

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Daerah Penelitian

Sungai Brantas merupakan sungai yang berada di Kota Malang, Jawa Timur. Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 61 Tahun 2010 Sungai Brantas dimulai dari Jembatan Pendem hingga pertemuannya dengan Sungai Widas ditetapkan sebagai kelas II. Pada penelitian ini akan menganalisis Sungai Brantas dengan panjang kurang lebih 21.57 km dari hulu (titik jembatan Pendem) menuju hilir (titik jembatan Bumi ayu). Dalam hal ini, sungai dibagi menjadi beberapa *reach*. Dengan panjang 21.57 km maka sungai dibagi menjadi 6 *reach*. Pembagian *reach* pada sungai ini dilakukan untuk keperluan pemodelan dan mempermudah dalam penentuan titik pengambilan data sungai yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1 Pembagian *Reach* Sungai Brantas

<i>Reach</i>	Panjang (km)	Elevasi	
		Hulu (m)	Hilir (m)
Jembatan Pendem - Jembatan UMM	3,76	624	550
Jembatan UMM - Jembatan Soekarno Hatta	5,00	550	492
Jembatan Soekarno Hatta - Jembatan Pasar Burung	4,53	492	443
Jembatan Pasar Burung - Jembatan Kutho Bedah	2,38	443	420
Jembatan Kutho Bedah - Jembatan Kolonel Sugiono	2,38	420	413
Jembatan Kolonel Sugiono - Jembatan Bumi Ayu	3,52	413	412

Sumber : Dinas Lingkungan Hidup Kota Malang (2017)

4.2 Debit dan Kualitas Air Brantas

4.2.1. Debit Sungai Brantas

Debit Sungai Brantas diambil dari data pengukuran langsung yang dilakukan pada tanggal 22 sampai 23 November (2017). Pengukuran langsung dilakukan dengan mengambil data kecepatan aliran menggunakan *current meter* yang diambil langsung di titik tengah sungai, dan dilakukan pengukuran lebar sungai dan tinggi muka air untuk mendapatkan luas penampang basah. Dari hasil pengukuran kecepatan aliran dan luas penampang basah ini bisa didapatkan nilai debit. Data debit yang didapat kemudian akan diinput ke aplikasi QUAL2Kw pada *sheet headwater* dan *sheet hydraulic data* dimana pada *sheet hydraulic data* ini digunakan untuk memasuki informasi mengenai data-data hidrolik yang selanjutnya akan digunakan untuk mengkalibrasi data hidrolik. Berikut adalah debit sungai sementara pada tahun (2017) di tiap titik penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Debit Sungai Brantas

Titik Penelitian	Debit Rata-rata (m ³ /s)	Kecepatan (m/s)	Luas Penampang basah (m ²)
Jembatan Pendem	10.659	0.80	13.32
Jembatan UMM	3.549	0.40	8.87
Jembatan Suhat	9.072	0.70	12.96
Jembatan Ps.Burung	9.792	0.90	10.88
Jembatan Kutho Bedah	8.84	0.80	11.05
Jembatan Kolonel Sugiono	13.14	0.60	21.90
Jembatan Bumi Ayu	19.019	0.70	27.17

Sumber: Hasil Perhitungan (2017)

4.2.2. Kualitas Air Sungai Brantas

Kualitas air Sungai Brantas diperiksa secara rutin oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Malang. Ada banyak parameter yang diperiksa, beberapa diantaranya adalah kadar oksigen terlarut (DO), pH, TSS, COD, BOD, NO₃ dan lainnya. Tabel 4.3 sampai Tabel 4.7 menunjukkan data kualitas air dari tahun 2012 sampai 2016 di Sungai Brantas pada 7 titik pantau dalam penelitian ini.

Tabel 4.3 Data Kualitas Air Tahun 2012

Data Kualitas Air	Suhu	pH	DO	BOD	COD	TSS	NO₃
Titik 1	-	-	-	-	-	-	-
Titik 2	24.08	8.15	3.80	4.78	8.64	65.55	-
Titik 3	24.40	8.25	4.55	6.33	13.52	70.70	-
Titik 4	23.50	8.00	4.60	11.09	21.54	75.05	-
Titik 5	24.00	7.95	4.05	12.47	27.43	76.65	-
Titik 6	24.57	7.80	4.60	6.70	19.40	76.60	-
Titik 7	24.20	7.60	3.60	5.60	13.33	26.30	-

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Kota Malang (2017)

Tabel 4.4 Data Kualitas Air Tahun 2013

Data Kualitas Air	Suhu	pH	DO	BOD	COD	TSS	NO₃
Titik 1	-	-	-	-	-	-	-
Titik 2	24.05	8.00	3.60	9.48	21.16	26.12	-
Titik 3	24.30	8.10	4.38	5.68	12.07	15.25	-
Titik 4	24.00	7.90	4.03	6.14	17.33	19.30	-
Titik 5	24.50	7.80	3.95	6.54	15.91	26.26	-
Titik 6	24.10	7.70	4.10	8.01	14.36	26.90	-
Titik 7	23.90	7.95	3.90	6.74	10.99	21.07	-

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Kota Malang (2017)

Tabel 4.5 Data Kualitas Air Tahun 2014

Data Kualitas Air	Suhu	pH	DO	BOD	COD	TSS	NO₃
Titik 1	-	-	-	-	-	-	-
Titik 2	24.05	8.10	7.55	3.48	6.78	61.50	3.97
Titik 3	24.00	8.10	6.30	5.25	14.23	59.15	4.13
Titik 4	24.05	7.90	6.20	6.28	17.60	36.72	3.66
Titik 5	24.00	7.70	6.70	6.00	18.13	58.60	3.45
Titik 6	24.00	7.55	6.08	5.60	18.73	41.03	2.43
Titik 7	24.05	7.73	6.55	6.66	13.28	36.00	3.27

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Kota Malang (2017)

Tabel 4.6 Data Kualitas Air Tahun 2015

Data Kualitas Air	Suhu	pH	DO	BOD	COD	TSS	NO₃
Titik 1	24.60	8.09	8.81	5.45	25.21	43.91	3.8
Titik 2	24.00	7.90	7.25	5.73	15.18	43.85	3.98
Titik 3	24.50	7.80	7.05	5.33	11.22	24.65	3.69
Titik 4	25.08	7.62	7.18	5.60	16.44	13.68	2.78
Titik 5	25.00	7.70	6.75	7.08	23.99	13.90	2.37
Titik 6	24.00	7.40	7.38	8.10	19.92	21.25	2.74
Titik 7	24.90	7.50	7.15	6.92	15.99	18.58	1.90

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Kota Malang (2017)

Tabel 4.7 Data Kualitas Air Tahun 2016

Data Kualitas Air	Suhu	pH	DO	BOD	COD	TSS	NO₃
Titik 1	25.00	6.80	6.30	3.45	12.45	97.40	4.09
Titik 2	24.30	7.75	7.70	3.40	11.15	74.25	3.23
Titik 3	24.25	8.20	6.05	3.36	9.29	44.80	2.94
Titik 4	23.75	7.75	7.01	3.34	10.89	39.10	2.76
Titik 5	24.25	8.20	7.60	3.29	10.42	30.81	2.72
Titik 6	24.01	8.15	7.27	3.23	10.17	22.74	2.66
Titik 7	23.95	8.29	6.82	2.99	8.23	22.93	2.39

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Kota Malang (2017)

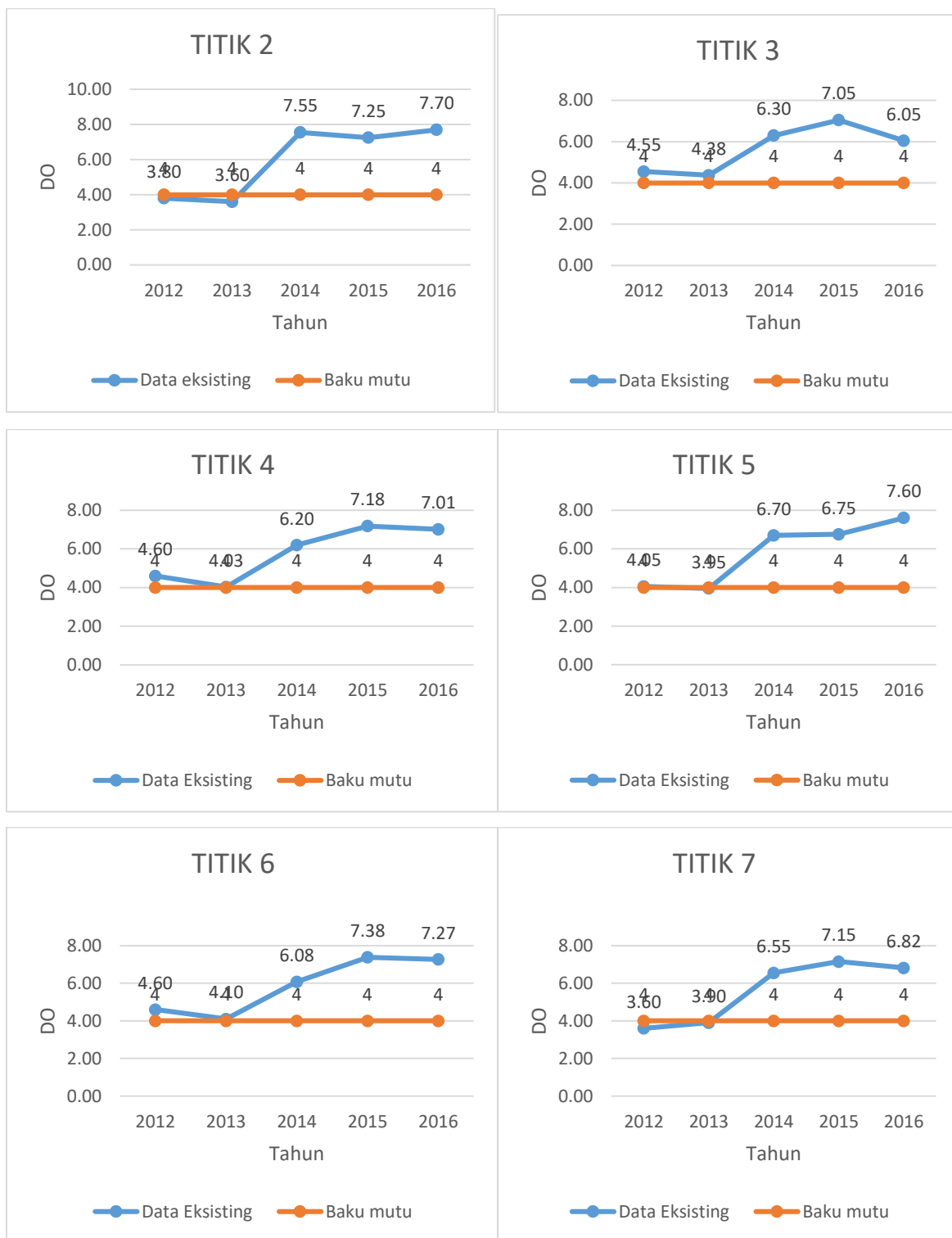
Berdasarkan Tabel 4.3 sampai Tabel 4.7 menunjukkan bahwa pada parameter BOD dan DO selalu berada diatas standar baku mutu Air Sungai kelas II Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001, untuk parameter BOD batas maksimumnya adalah 3, sedangkan untuk DO batas maksimumnya adalah 4. Hal ini berarti kualitas air pada 7 titik pantau penelitian ini kurang baik karena semakin tinggi BOD maka semakin buruk kualitas airnya. Data sekunder yang didapatkan dari Dinas lingkungan Hidup Kota Malang akan dibandingkan dengan baku mutu. Baku mutu yang digunakan adalah baku mutu standart yaitu Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Baku mutu air kelas II adalah sebagai berikut (Tabel 4.8) :

Tabel 4.8 Baku Mutu Air Kelas II

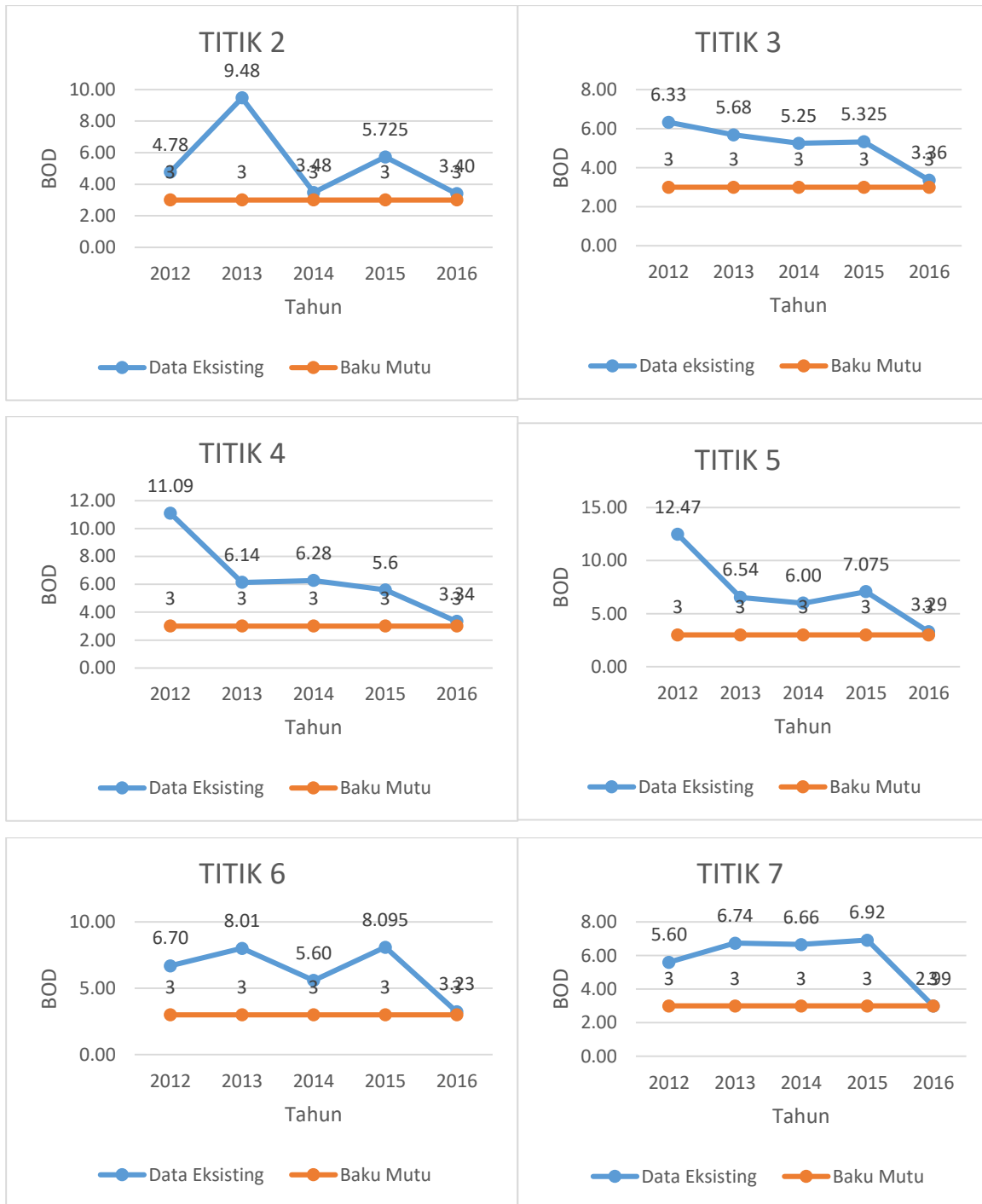
Parameter	Satuan	Baku Mutu Kelas II
pH	-	6 s/d 9
DO	mg/L	4
COD	mg/L	25
BOD	mg/L	3
TSS	mg/L	50
Nitrat	mg/L	10

Sumber: PP No.82 Tahun 2001

Grafik perbandingan antara Baku Mutu Kelas II yang terdapat pada Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 dengan Data eksisting pada tahu 2016 dapat dilihat dari gambar 4.1 sampai dengan gambar 4.5

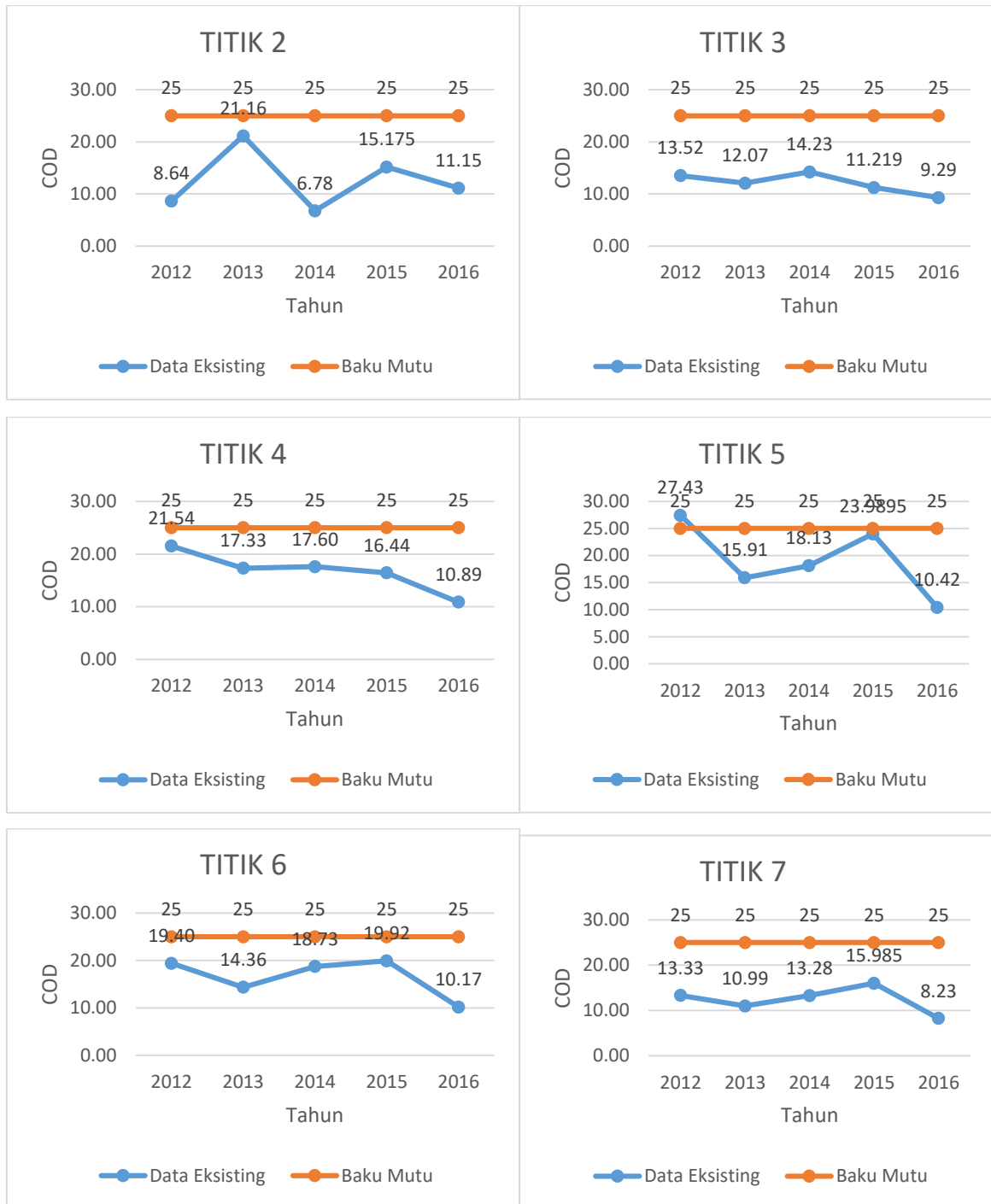


Gambar 4.1 Grafik Nilai DO
Sumber : Hasil Analisis (2017)



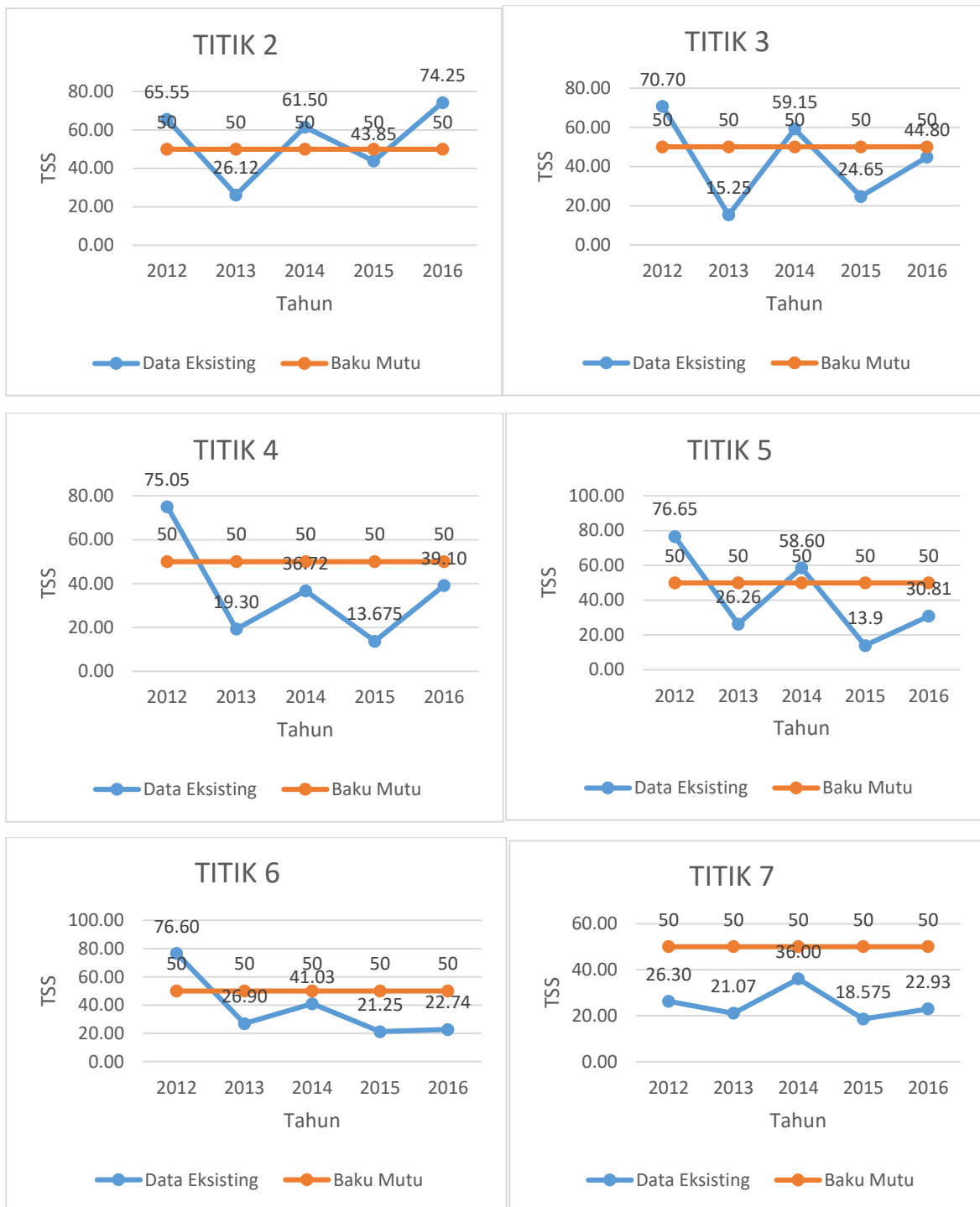
Gambar 4.2 Grafik Nilai BOD

Sumber : Hasil Analisis (2017)



Gambar 4.3 Grafik Nilai COD

Sumber : Hasil Analisis (2017)



Gambar 4.4 Grafik Nilai TSS

Sumber : Hasil Analisis (2017)



Gambar 4.5 Grafik Nilai Nitrat

Sumber : Hasil Analisis (2017)

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa untuk nilai TSS dan BOD telah melampaui batas maksimum dari baku mutu kelas II, nilai BOD yang mengalami peningkatan disebabkan adanya konsentrasi bahan organik didalam air tinggi. Bahan-bahan organik berasal dari limbah domestik dari pemukiman daerah bantaran sungai. Sedangkan DO merupakan jumlah oksigen terlarut dalam air yang berasal dari fotosintesa dan absorsi atmosfer. Apabila nilai DO rendah maka dinyatakan perairan tercemar.

4.2.3 Kondisi Kualitas Air Sumber Pencemar

Sumber pencemar ada 2 yaitu sumber pencemar *point source* dan sumber pencemar *non point sources*, sumber pencemar yang masuk ke dalam Sungai Brantas ruas Kota Malang adalah sumber pencemar *point sources* dan *non point sources*. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010, sumber *point sources* dapat ditentukan lokasinya dengan tepat, dan sumber pencemar *non point sources* tidak dapat ditentukan lokasinya secara tepat dan umumnya terdiri dari sejumlah besar sumber-sumber individu yang relatif kecil.

Sumber pencemaran ini mencakup air limbah rumah tangga, kantor, dan lain sebagainya. Karena tidak terdeteksi dan tidak adanya data, sehingga memungkinkan untuk dilakukan *trial and error* dalam menentukan debit yang masuk ataupun debit yang keluar, dan kualitas air di sepanjang Sungai Brantas. Untuk data debit *non point sources* didapatkan dari perhitungan jumlah rumah penduduk disekitar Sungai Brantas, bukan melalui pengukuran langsung dilapangan. Dalam perhitungan diasumsikan jangkauan pembuangan limbah menuju Sungai Brantas adalah melewati beberapa perumahan yang berada disekitar sungai, baik dari sisi kiri maupun kanan. Sumber pencemar *non point sources* pada Sungai Brantas ini juga berasal dari pemukiman pada sekitar sungai. Data Kualitas *Point Sources* dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan data pencemar *Non Point Sources* dapat dilihat pada Tabel 4.10

Tabel 4.9 Data Kualitas *Point Sources*

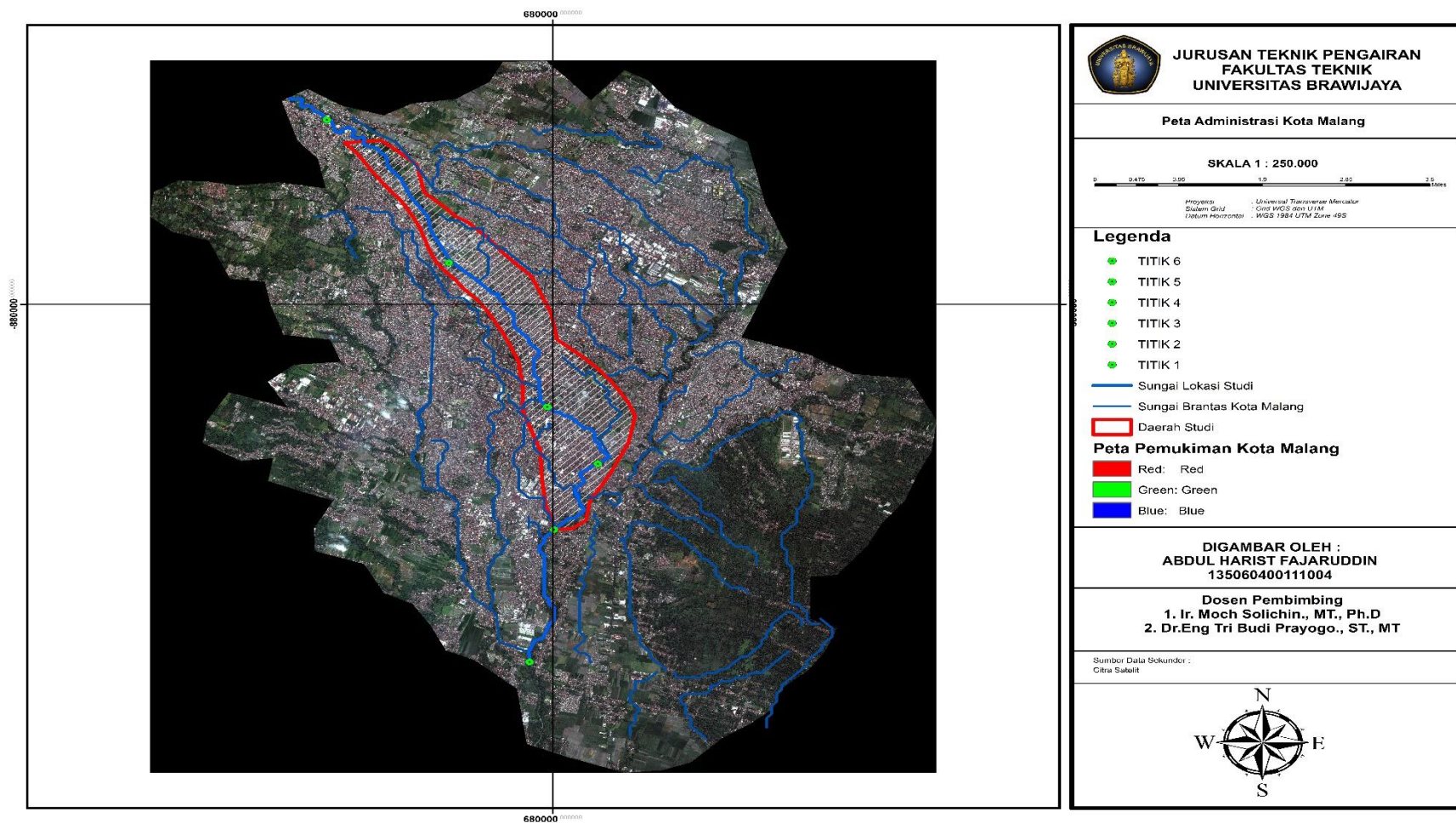
Nama Kegiatan Usaha	Segmen	Inflow	Suhu	pH	TSS	DO	BOD	COD	NO3
Everyday Smart Hotel	3	0.15	23.8	8	43.12	7.6	17.49	63.73	-
RS Panti Nirmala	5	0.092	24.7	7.8	36.61	7.3	15.28	78.5	-

Sumber : Dinas Lingkungan Hidup Kota Malang (2017)

Tabel 4.10 Data Pencemar *Non Point Sources*

Pemukiman	Tahun (2017)	Debit (m ³ /s)
Segmen 1	570	0.00297
Segmen 2	813	0.00423
Segmen 3	2966	0.01545
Segmen 4	1202	0.00626
Segmen 5	1546	0.00805
Segmen 6	2131	0.01110

Sumber: Hasil Perhitungan (2017)



Gambar 4.6 Peta Perumahan Kota Malang
Sumber : Sistem Informasi Geografis (2017)

Berikut adalah contoh perhitungan dari *non point source* rumah penduduk.

Contoh Perhitungan Debit Pencemar *Diffuse Source* Segmen 1

a. Rumah Penduduk

Jumlah rumah penduduk = 570

Asumsi setiap rumah terdiri dari 5 orang/rumah (Sagara, 2013)

Kebutuhan air Kota Malang = 120 L/hari/orang

Maka, debit air bersih dari rumah penduduk pada segmen 1

$$= 570 \text{ rumah} \times 120 \text{ L/hari/orang} \times 5 \text{ orang/rumah}$$

$$= 342.000 \text{ L/hari}$$

$$= 0,00396 \text{ m}^3/\text{s}$$

Menurut Sagara (2013), diasumsikan 75% dari air bersih akan menjadi air limbah.

Maka, debit air limbah dari rumah penduduk pada segmen 1

$$= 0,00396 \text{ m}^3/\text{s} \times 75\%$$

$$= 0,00297 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3 Kalibrasi Model

Dalam penelitian ini sebelum melakukan beberapa simulasi, maka model di kalibrasi. Kalibrasi model dilakukan agar data model mendekati data input yang telah dimasukkan ke dalam program karena adanya perbedaan waktu dan variasi data. Faktor penting dalam kalibrasi model adalah penentuan koefisien model yang meliputi koefisien-koefisien reaksi dari setiap parameter. Kalibrasi model dibagi menjadi 2 yaitu kalibrasi data hidrolis dan kalibrasi data kualitas air. Data yang digunakan dalam kalibrasi model ini adalah data Sungai Brantas pada tahun 2016, setelah didapatkan hasil koefisien dari kalibrasi model pada lembar kerja *reach rates* dan hasil *running* mendekati model maka dilakukan verifikasi data pada tahun 2015.

Verifikasi data adalah proses pencocokan nilai koefisien yang di dapat dari lembar kerja *reach rates* pada data tahun 2016 dengan data tahun sebelumnya atau tahun berikutnya, pada laporan ini verifikasi data dilakukan dengan menggunakan data tahun 2015 dan hasil verifikasi data tersebut tidak jauh berbeda dengan tahun 2016. Rentang koefisien tersebut merupakan koefisien untuk sungai 4 musim. Oleh sebab itu dilakukan kalibrasi untuk menyesuaikan koefisien yang sesuai dengan Sungai Brantas. Berikut adalah Tabel 4.10. nilai-nilai koefisien.

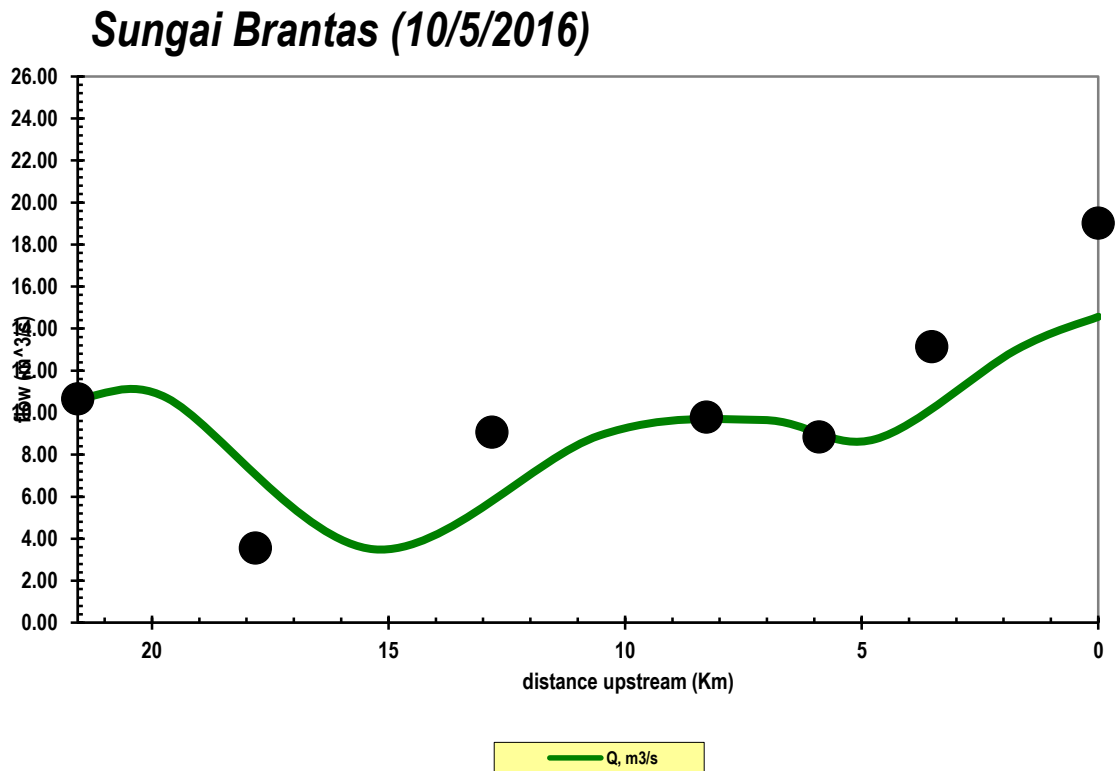
Tabel 4.11 Nilai Koefisien

Nama Koefisien	Unit	Rentang Nilai
Reaeration	day ⁻¹	0,02 – 3,4
ISS Settling Velocity	m/day	0 – 2
CBOD Oxidation Rate	day ⁻¹	0,02 – 4,2
NO ₃ Denitrification Rate	day ⁻¹	0 – 2
COD	day ⁻¹	0 – 0.08

Sumber : Kannel (2007) dan Brown (1987)

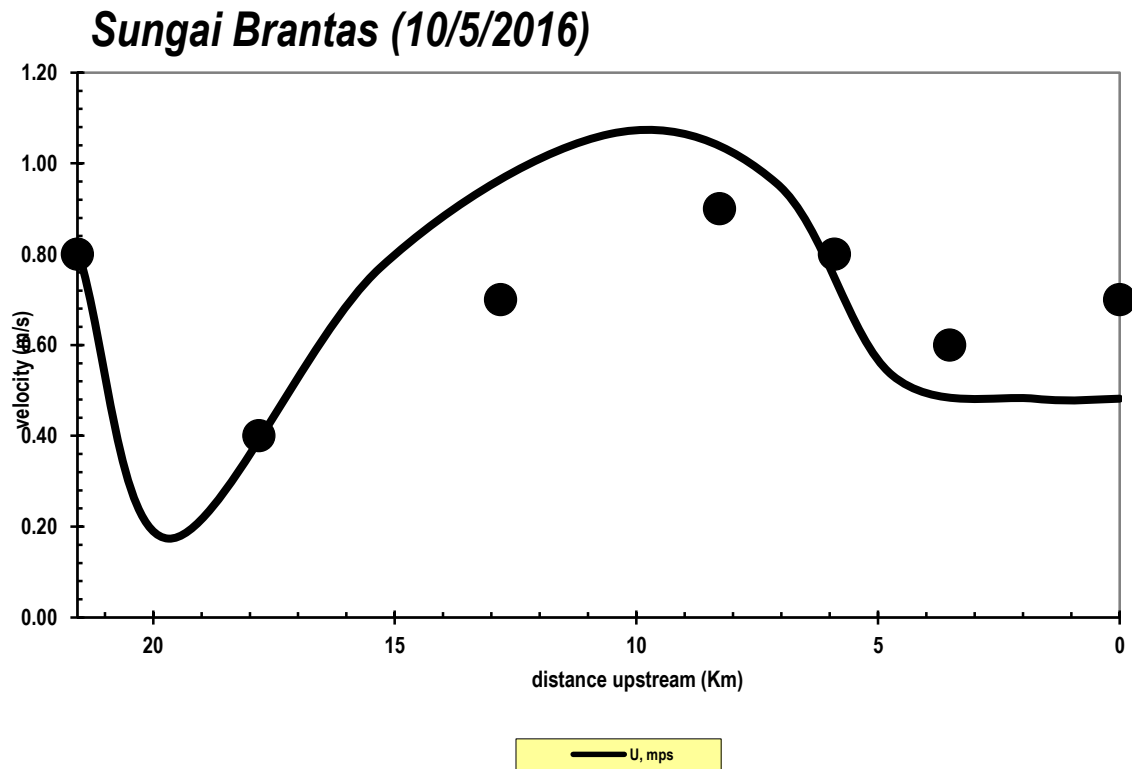
4.3.1 Kalibrasi Model Hidraulik Data

Dalam *trial and error* untuk data hidrolis, data yang akan diubah berbeda-beda. Model kecepatan dan kedalaman Sungai Brantas dilakukan kalibrasi dengan mengubah nilai pada *worksheet reach*. Dimana pada *worksheet* tersebut dilakukan *trial and error* pada *sheet manning formula*. Model debit sungai dipengaruhi oleh debit masuk maupun debit keluar ke Sungai Brantas yang dimasukkan pada *worksheet diffuse sources*. Berikut adalah kalibrasi hidrolis Gambar 4.7. sampai dengan Gambar 4.9.



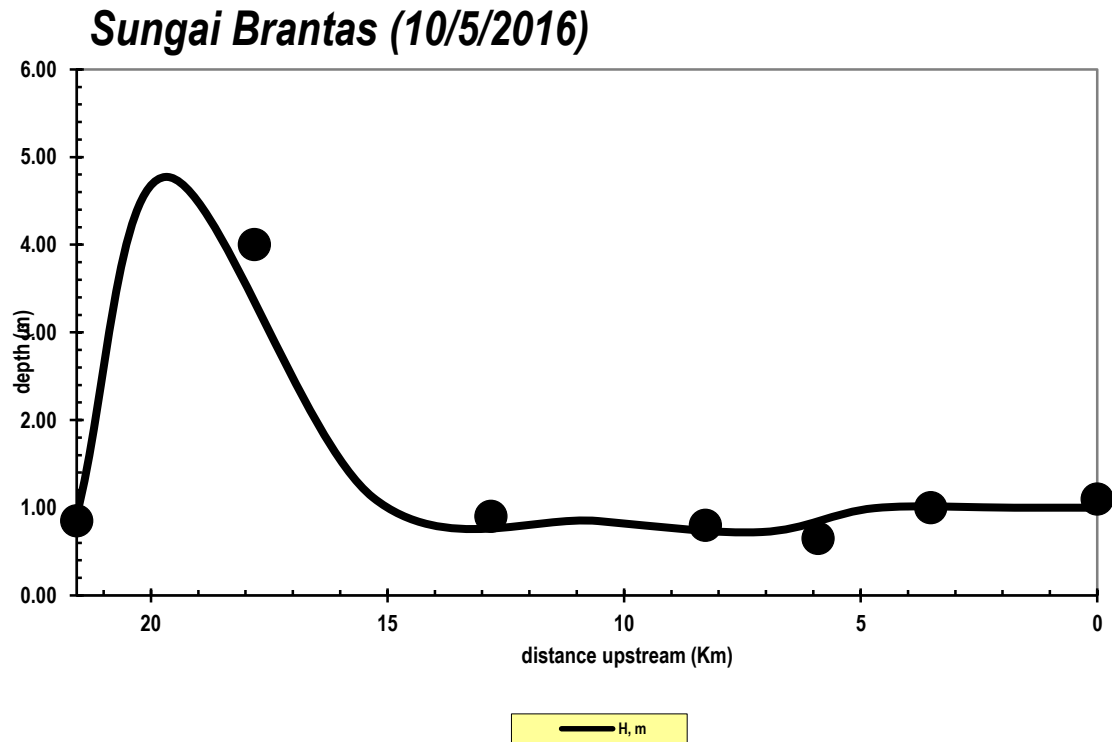
Gambar 4.7 Grafik Debit Aliran Sungai
Sumber : QUAL2Kw (2017)

Pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa model sudah mendekati data input (lingkaran hitam) dimana debit di Sungai Brantas ini semakin naik keatas. Debit tertinggi terletak pada titik terakhir, hal ini disebabkan pada segmen terakhir sungai semakin melebar.



Gambar 4.8 Grafik Kecepatan Aliran Sungai
Sumber : QUAL2Kw (2017)

Pada Gambar 4.8 adalah kedalaman Sungai Brantas, dimana pada model ini data sudah mendekati tren model. Kecepatan sungai sendiri berbeda-beda dimana hal ini dipengaruhi oleh dimensi sungai, debit, dan kedalaman sungai. Nilai debit air menginterpretasikan kecepatan aliran air per luas penampang sungai. Dengan demikian jika kecepatan air tinggi maka nilai debit air juga tinggi (Moersidik dan Rahma, 2011).



Gambar 4.9 Grafik Kedalaman Aliran Sungai
Sumber : QUAL2Kw (2017)

Sedangkan pada Gambar 4.9 menunjukkan kedalaman sungai tertinggi pada titik ke 2 karena adanya bendung sengkaling pada segmen 2. Selain disebabkan oleh perubahan dimensi Sungai Brantas, perbedaan kedalaman juga disebabkan adanya endapan sedimen pada dasar sungai.

Berikut adalah perbandingan dari nilai manning kondisi eksisting dan nilai manning yang dikeluarkan oleh model yang ditampilkan pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Perbandingan nilai manning

Titik	Nilai manning (n)	
	Eksisting	Model
1	0.030	0.150
2	0.040	0.100
3	0.030	0.135
4	0.025	0.080
5	0.030	0.078
6	0.030	0.095
7	0.030	0.033

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

4.3.1 Kalibrasi Model Kualitas Air

Setelah model kalibrasi data hidrolis selesai, maka selanjutnya dilakukan kalibrasi data kualitas air sungai pada setiap segmen. Dalam kalibrasi kualitas air data yang diinput adalah *worksheet WQ data, diffuse sources* (data kualitas air), serta data pendukung seperti *air temperature, dew point temperature, wind speed, cloud cover, shade*, dan *solar*.

Dalam kalibrasi data kualitas air sungai, maka data yang akan diubah-ubah nilainya adalah pada *worksheet reach rates*, dimana *worksheet* tersebut dilakukan *trial and error* pada koefisien tiap parameter. Berikut adalah rentang nilai koefisien pada tahun 2016 dan dimana tiap titik memiliki rentang angka yang berbeda hal ini disebabkan kondisi setiap sungai yang berbeda.

Tabel 4.13 Rentang Nilai Koefisien Tahun 2016

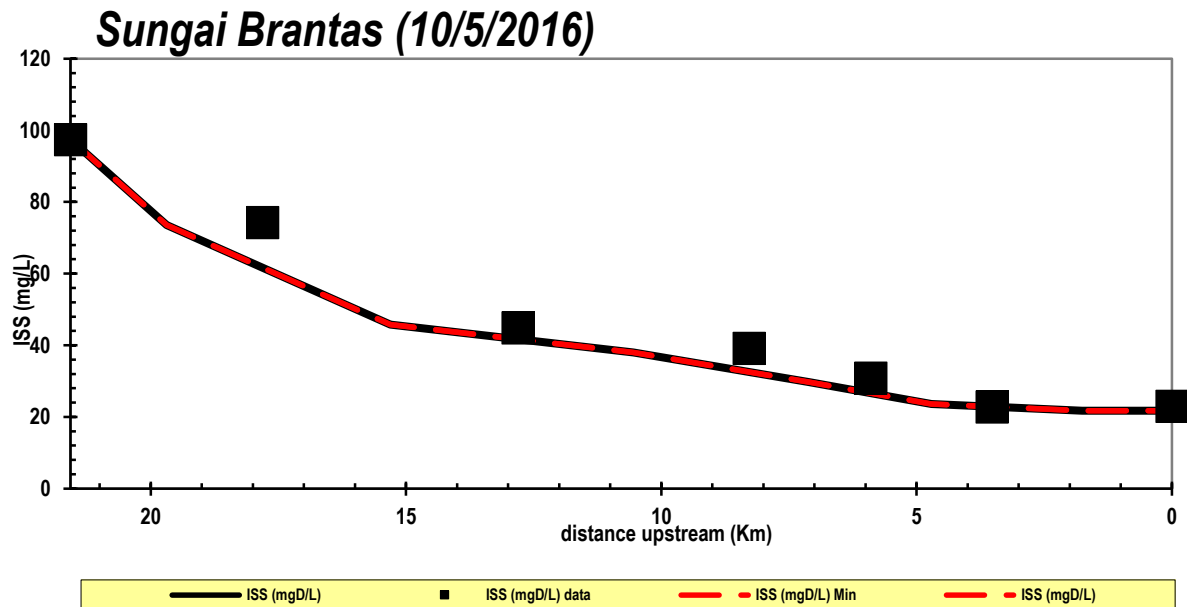
Reach	Nama Koefisien			
	ISS	FastCBOD	Generic	Nitrate
Pendem	600000	0.05	0.35	35
UMM	900000	0.2	0.4	55
Suhat	350000	0.4	0.01	70
Pasar Burung	700000	0.7	0.9	80
Kutho Bedah	500000	0.9	0.5	10
Kol. Sugiono	100000	0.5	2.15	50

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.14. Perbandingan Model dan Data Parameter TSS

Reach Rates	x(km)	TSS	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	97.40	97.40
UMM	19.69	74.25	73.88
Suhat	15.31	44.80	45.78
Pasar Burung	10.55	39.10	38.07
Kutho Bedah	7.09	30.81	29.78
Kol. Sugiono	4.71	22.74	23.75
Bumi Ayu	1.76	22.93	21.93

Sumber : Hasil *Running QUAL2Kw*, (2017)



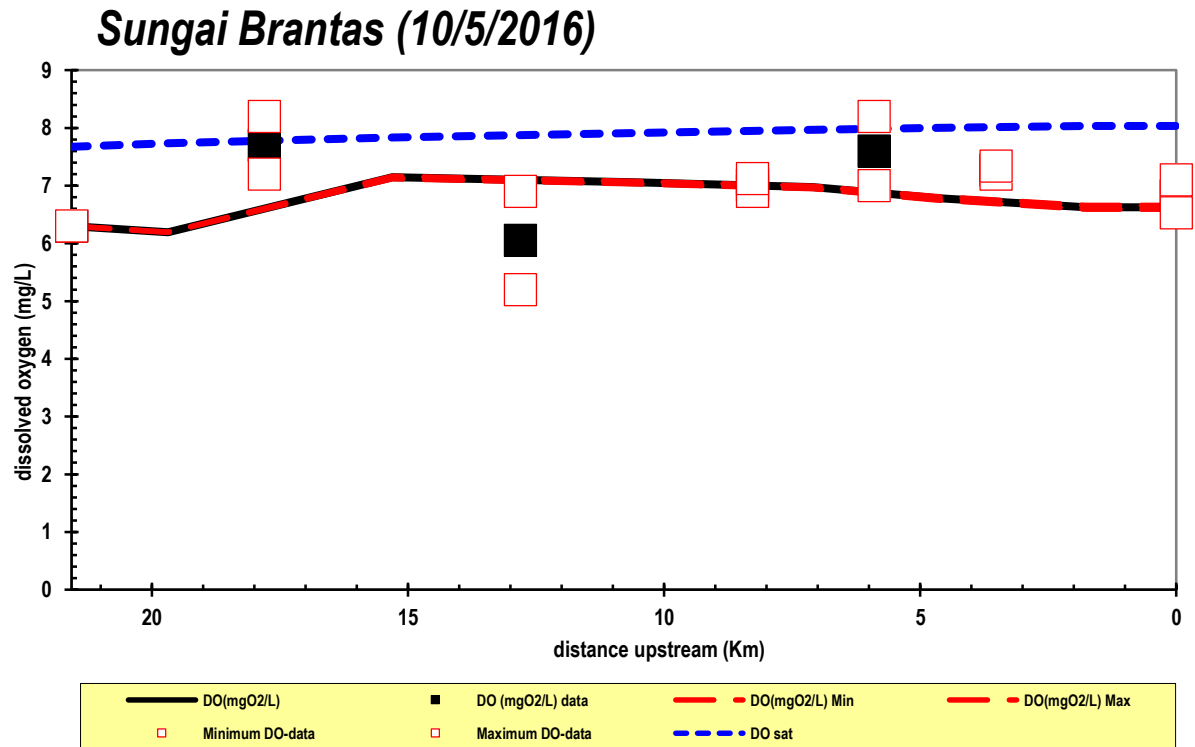
Gambar 4.10 Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter TSS pada Tahun 2016

Sumber : QUAL2Kw (2017)

Tabel 4.15. Perbandingan Model dan Data Parameter DO

Reach Rates	x(km)	DO	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	6.30	6.30
UMM	19.69	7.70	6.25
Suhat	15.31	6.05	7.16
Pasar Burung	10.55	7.01	7.07
Kutho Bedah	7.09	7.60	6.99
Kol. Sugiono	4.71	7.27	6.80
Bumi Ayu	1.76	6.82	6.64

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw (2017)



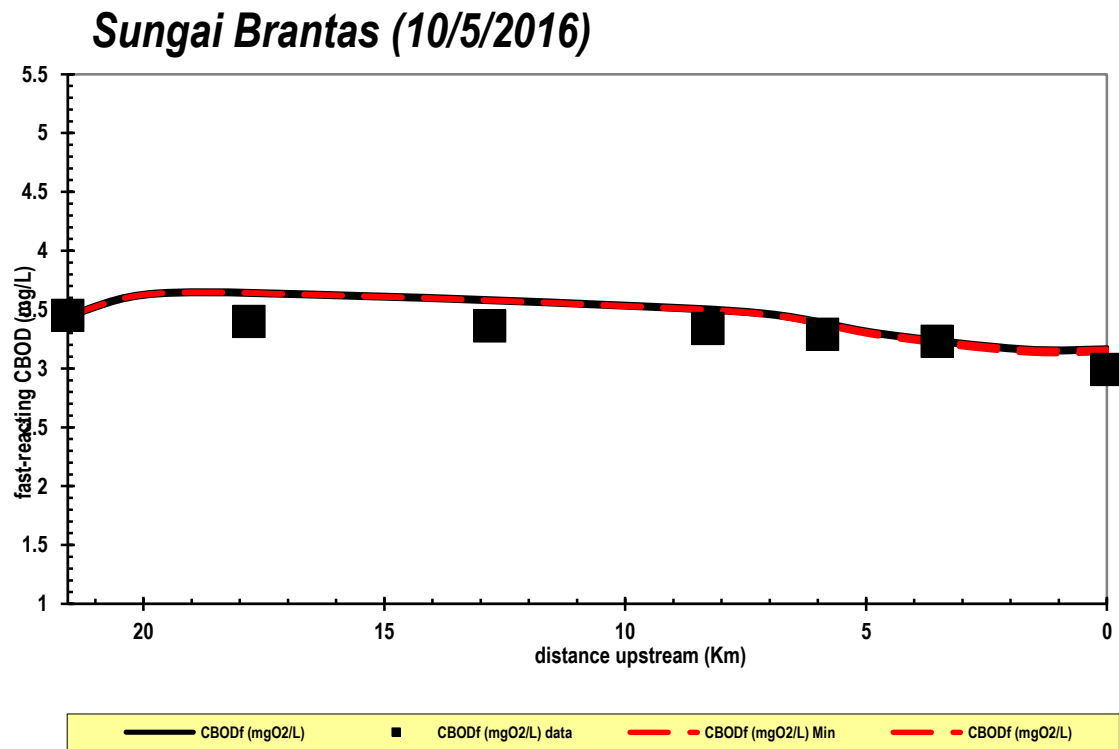
Gambar 4.11 Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter DO pada Tahun 2016.

Sumber : QUAL2Kw (2017)

Tabel 4.16. Perbandingan Model dan Data Parameter BOD

Reach Rates	x(km)	BOD	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	3.45	3.45
UMM	19.69	3.40	3.40
Suhat	15.31	3.36	3.58
Pasar Burung	10.55	3.34	3.51
Kutho Bedah	7.09	3.29	3.43
Kol. Sugiono	4.71	3.23	3.36
Bumi Ayu	1.76	2.99	3.23

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw (2017)



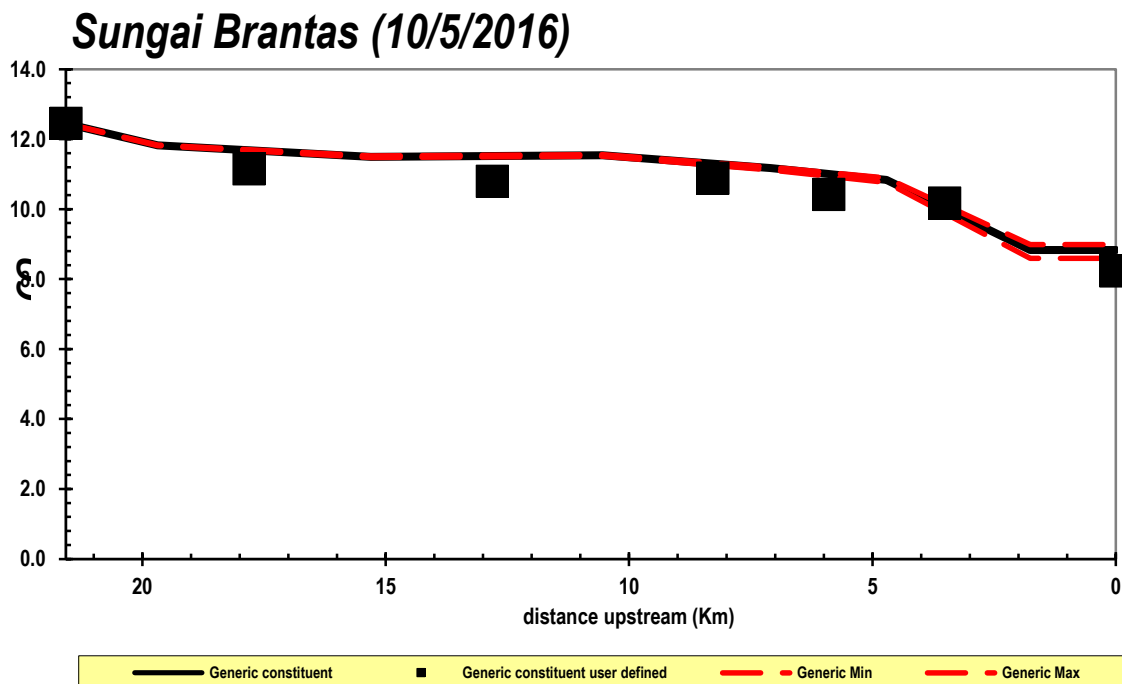
Gambar 4.12 Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter BOD pada Tahun 2016

Sumber : QUAL2Kw (2017)

Tabel 4.17. Perbandingan Model dan Data Parameter COD

Reach Rates	x(km)	COD	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	12.45	12.45
UMM	19.69	11.15	11.12
Suhat	15.31	10.79	11.53
Pasar Burung	10.55	10.89	11.58
Kutho Bedah	7.09	10.42	11.21
Kol. Sugiono	4.71	10.17	11.43
Bumi Ayu	1.76	8.23	9.32

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



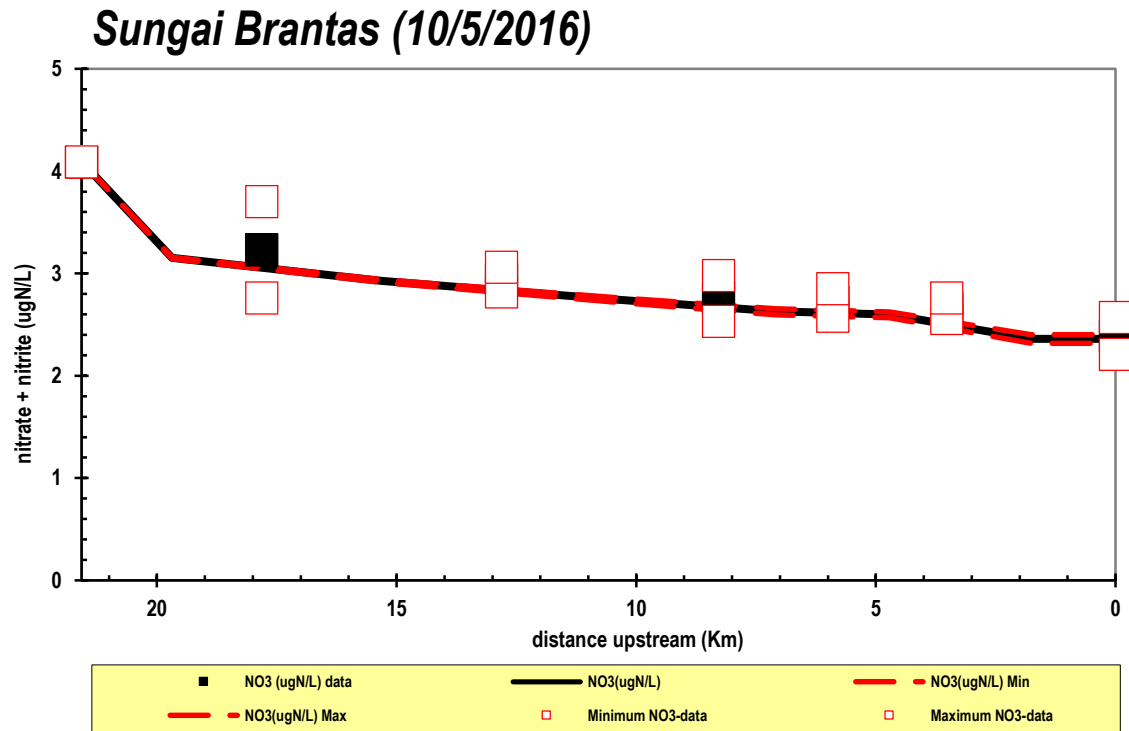
Gaambar 4.13 Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter COD pada Tahun 2016

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.18. Perbandingan Model dan Data Parameter Nitrate

Reach Rates	x(km)	Nitrate	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	4.09	4.09
UMM	19.69	3.23	3.20
Suhat	15.31	2.94	2.93
Pasar Burung	10.55	2.76	2.76
Kutho Bedah	7.09	2.72	2.64
Kol. Sugiono	4.71	2.66	2.59
Bumi Ayu	1.76	2.39	2.35

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



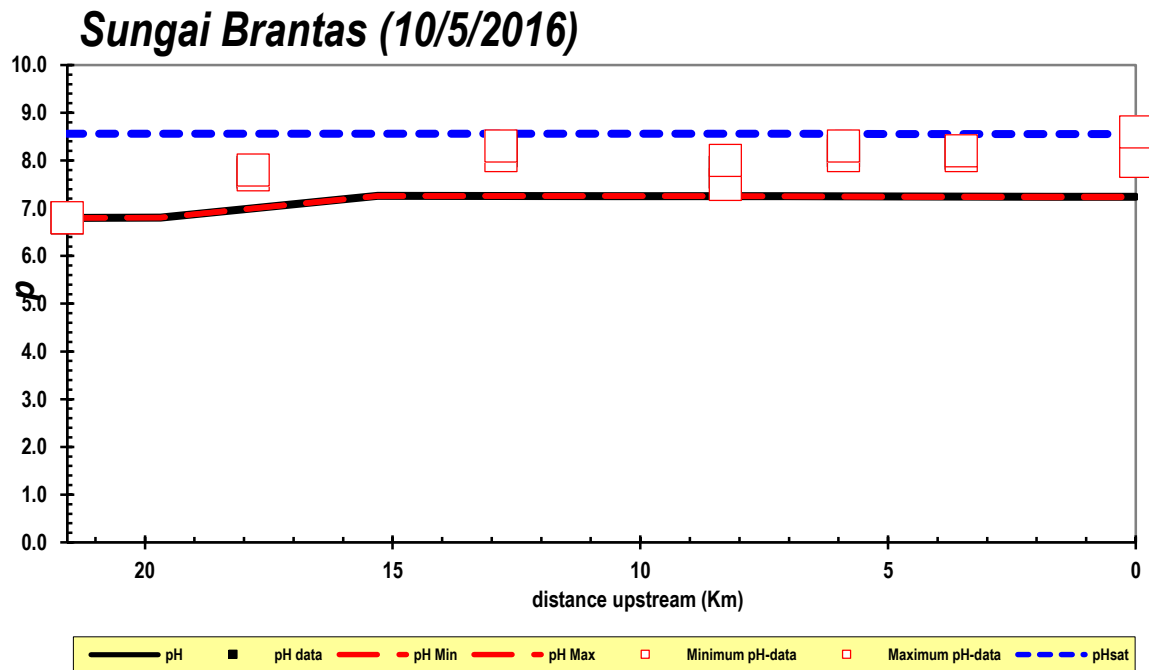
Gambar 4.14 Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter Nitrate pada Tahun 2016

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.19. Perbandingan Model dan Data Parameter pH

Reach Rates	x(km)	pH	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	6.80	6.80
UMM	19.69	7.75	6.80
Suhat	15.31	8.20	7.26
Pasar Burung	10.55	7.75	7.26
Kutho Bedah	7.09	8.20	7.25
Kol. Sugiono	4.71	8.15	7.25
Bumi Ayu	1.76	8.29	7.24

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



Gambar 4.15 Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter pH pada Tahun 2016

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.20 Rentang Nilai Koefisien Tahun 2015

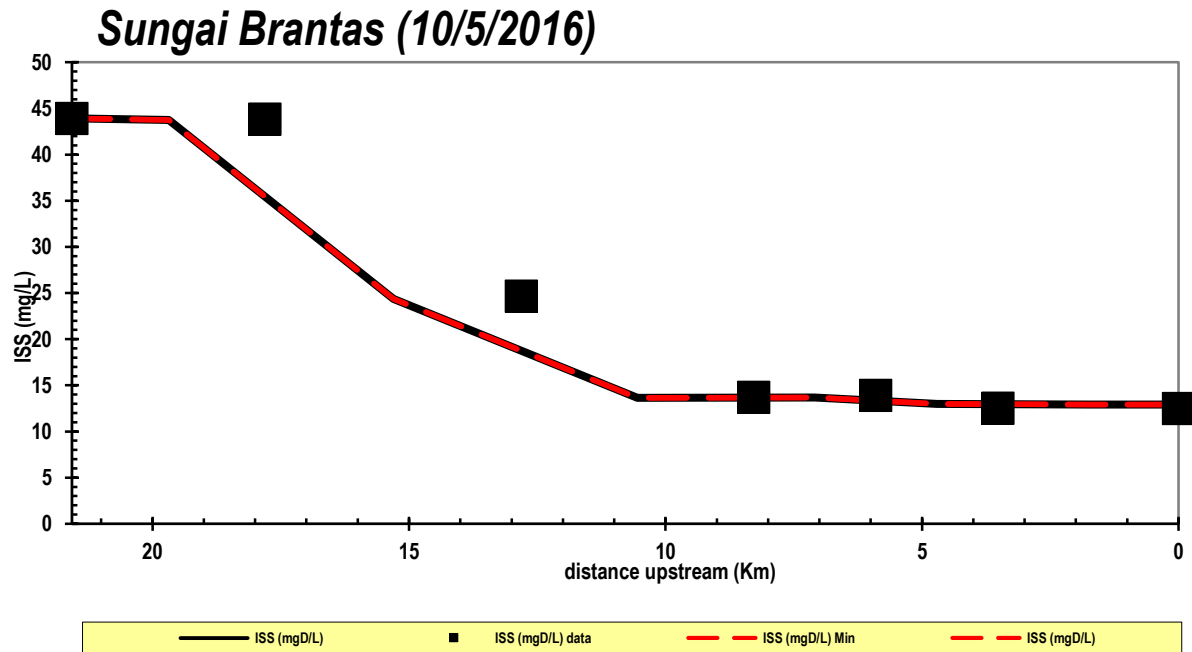
Reach	Nama Koefisien			
	ISS	FastCBOD	Generic	Nitrate
Pendem	1000	0.01	0.1	0.3
UMM	1180000	0.4	20	2
Suhat	1350000	0.1	600	3.15
Pasar Burung	10	0.7	0.1	0.8
Kutho Bedah	100000	0.1	0.1	0.8
Kol. Sugiono	10000	0.2	300	3.3

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.21 Perbandingan Model dan Data Parameter TSS

Reach Rates	x(km)	TSS	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	43.91	43.91
UMM	19.69	43.85	43.88
Suhat	15.31	24.65	24.49
Pasar Burung	10.55	13.68	13.75
Kutho Bedah	7.09	13.90	13.76
Kol. Sugiono	4.71	12.52	13.28
Bumi Ayu	1.76	12.48	13.18

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw (2017)



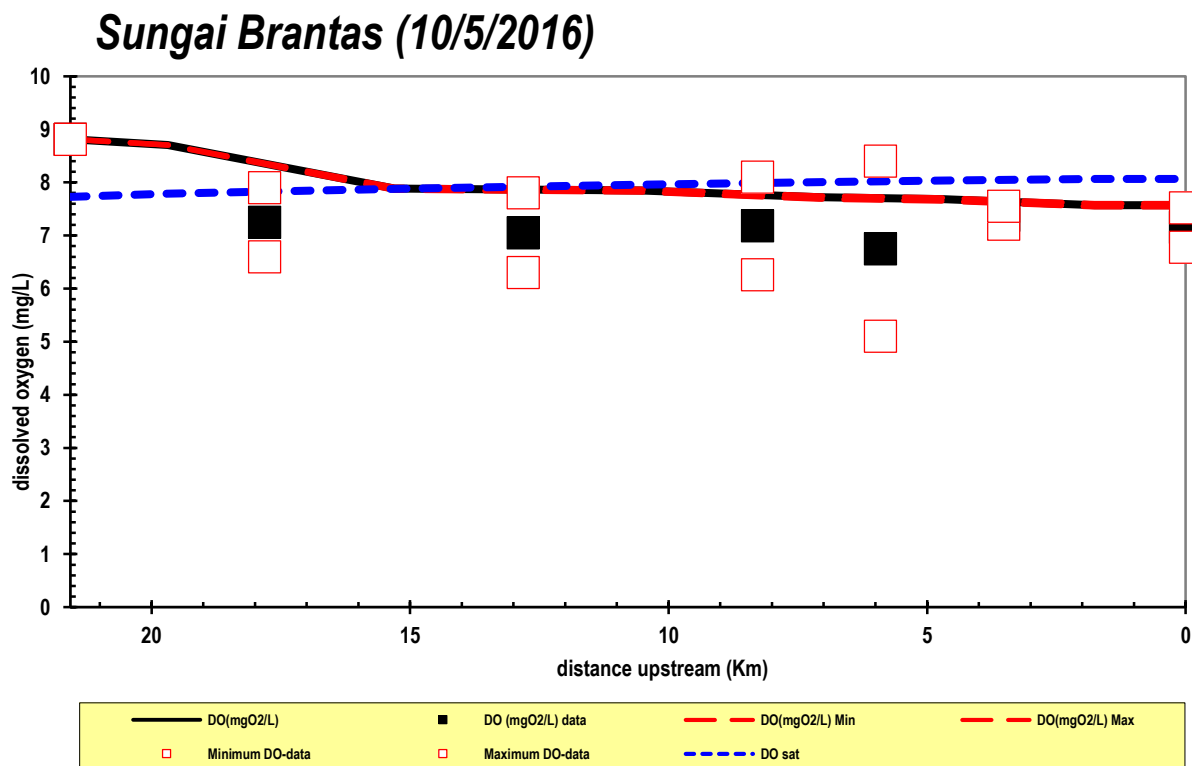
Gambar 4.16 Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter TSS pada Tahun 2015

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.22 Perbandingan Model dan Data Parameter DO

Reach Rates	x(km)	DO	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	8.81	8.81
UMM	19.69	7.25	8.79
Suhat	15.31	7.05	7.90
Pasar Burung	10.55	7.18	7.86
Kutho Bedah	7.09	6.75	7.73
Kol. Sugiono	4.71	7.38	7.69
Bumi Ayu	1.76	7.15	7.58

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



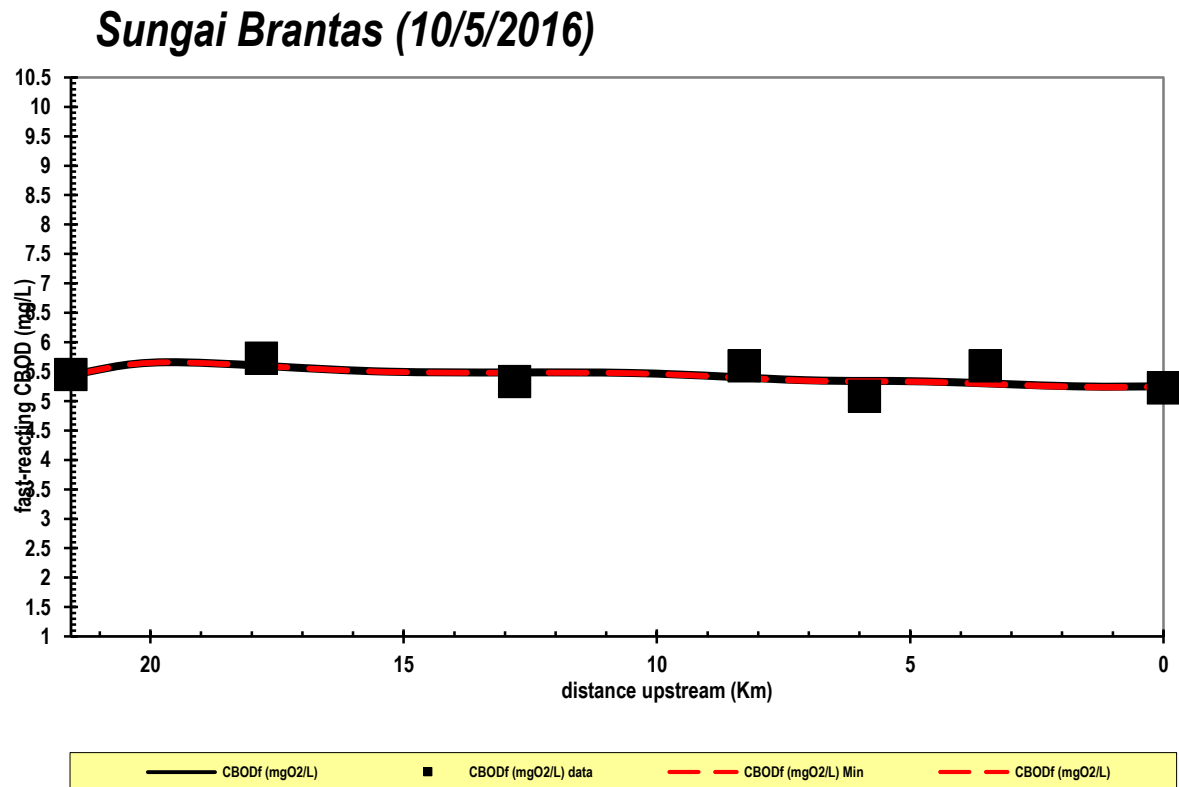
Gambar 4.17 Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter DO pada Tahun 2015

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.23 Perbandingan Model dan Data Parameter BOD

Reach Rates	x(km)	BOD	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	5.45	5.45
UMM	19.69	5.73	5.44
Suhat	15.31	5.33	5.45
Pasar Burung	10.55	5.60	5.43
Kutho Bedah	7.09	5.08	5.31
Kol. Sugiono	4.71	5.60	5.38
Bumi Ayu	1.76	5.22	5.29

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



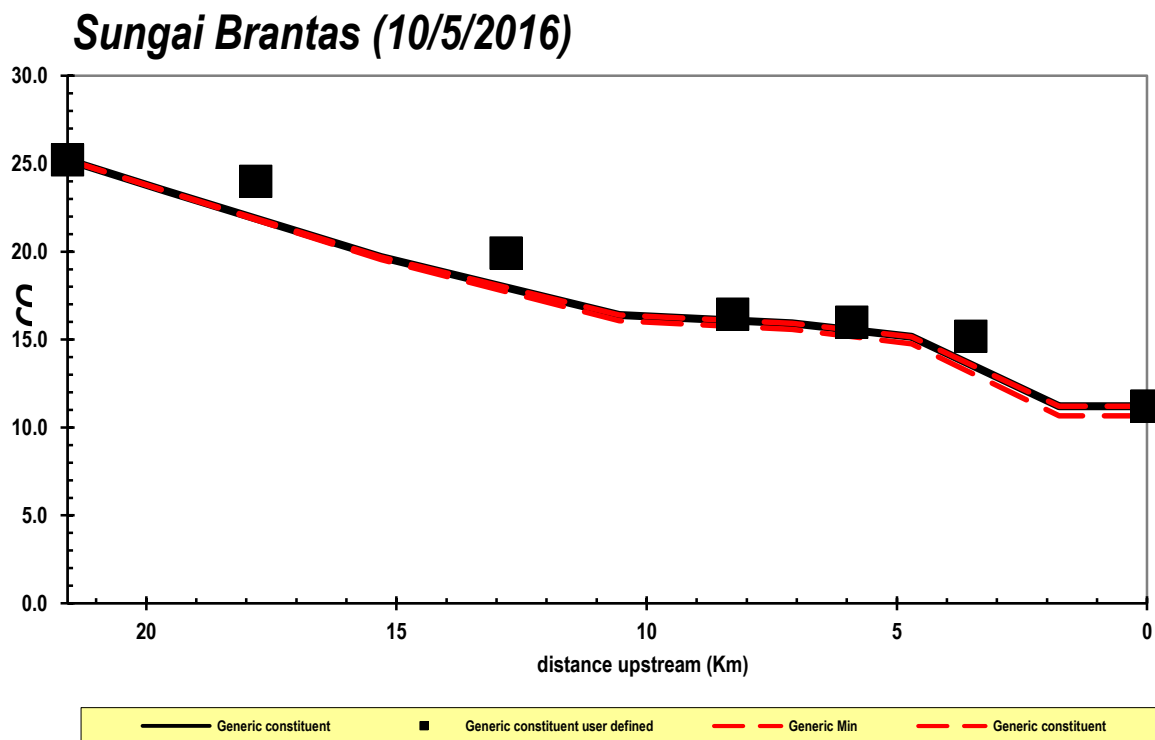
Gambar 4.18 Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter BOD pada Tahun 2015

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.24 Perbandingan Model dan Data Parameter COD

Reach Rates	x(km)	COD	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	25.21	25.21
UMM	19.69	23.99	22.89
Suhat	15.31	19.92	19.67
Pasar Burung	10.55	16.44	16.38
Kutho Bedah	7.09	15.99	15.92
Kol. Sugiono	4.71	15.18	15.65
Bumi Ayu	1.76	11.22	11.60

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



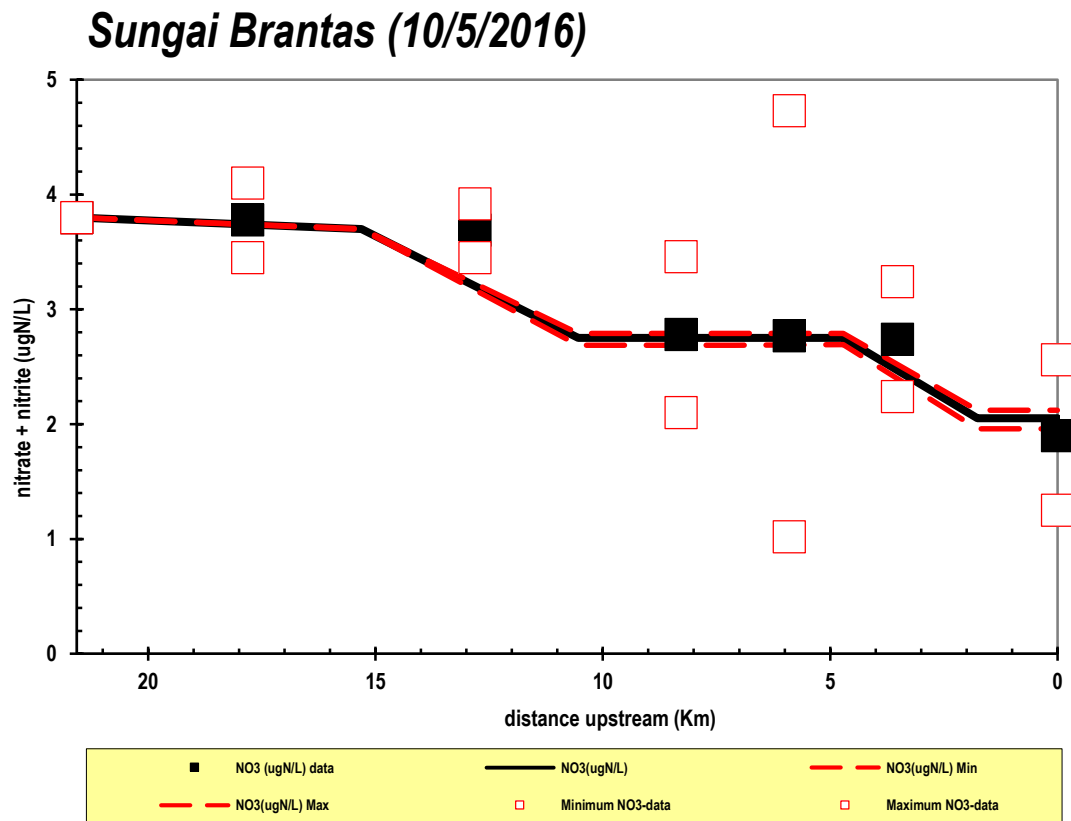
Gambar 4.19 Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter COD pada Tahun 2015

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.25 Perbandingan Model dan Data Parameter Nitrate

Reach Rates	x(km)	Nitrate	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	3.80	3.80
UMM	19.69	3.78	3.80
Suhat	15.31	3.69	3.68
Pasar Burung	10.55	2.78	2.74
Kutho Bedah	7.09	2.77	2.74
Kol. Sugiono	4.71	2.74	2.72
Bumi Ayu	1.76	1.90	2.03

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



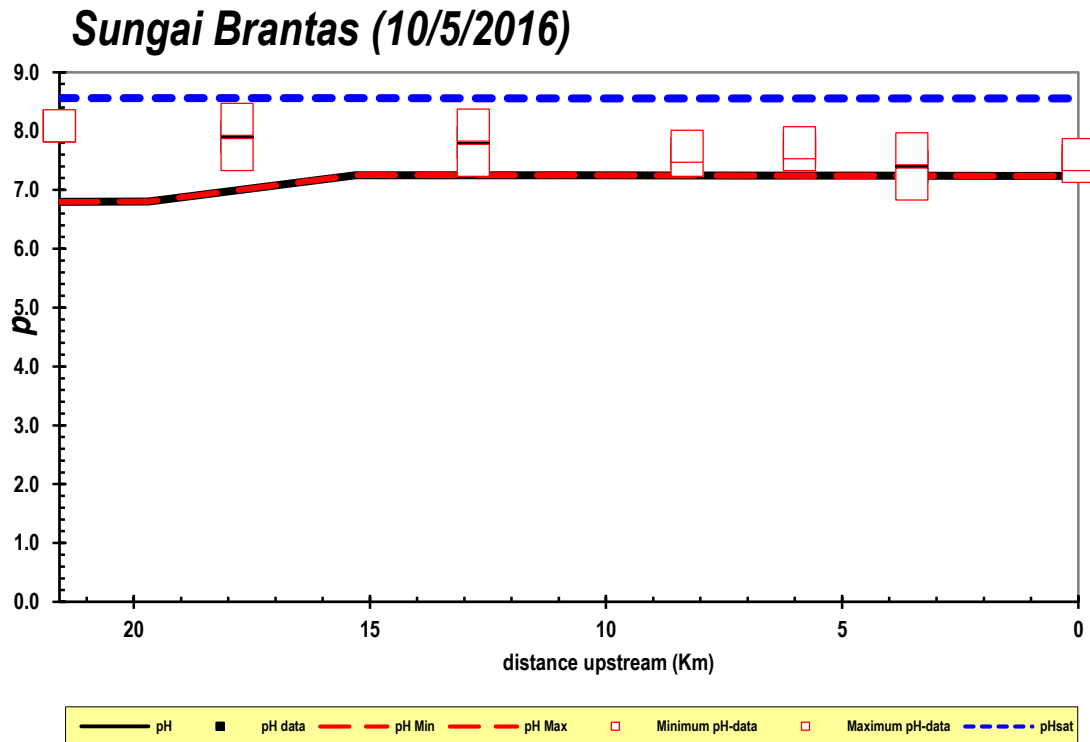
Gambar 4.20. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter Nitrate pada Tahun 2015

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.26 Perbandingan Model dan Data Parameter pH

Reach Rates	x(km)	pH	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	8.09	6.80
UMM	19.69	7.90	6.80
Suhat	15.31	7.80	7.25
Pasar Burung	10.55	7.62	7.25
Kutho Bedah	7.09	7.70	7.24
Kol. Sugiono	4.71	7.40	7.25
Bumi Ayu	1.76	7.50	7.24

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



Gambar 4.21. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter pH pada Tahun 2015

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.27 Rentang Nilai Koefisien Tahun 2015 yang diverifikasi ke tahun 2016

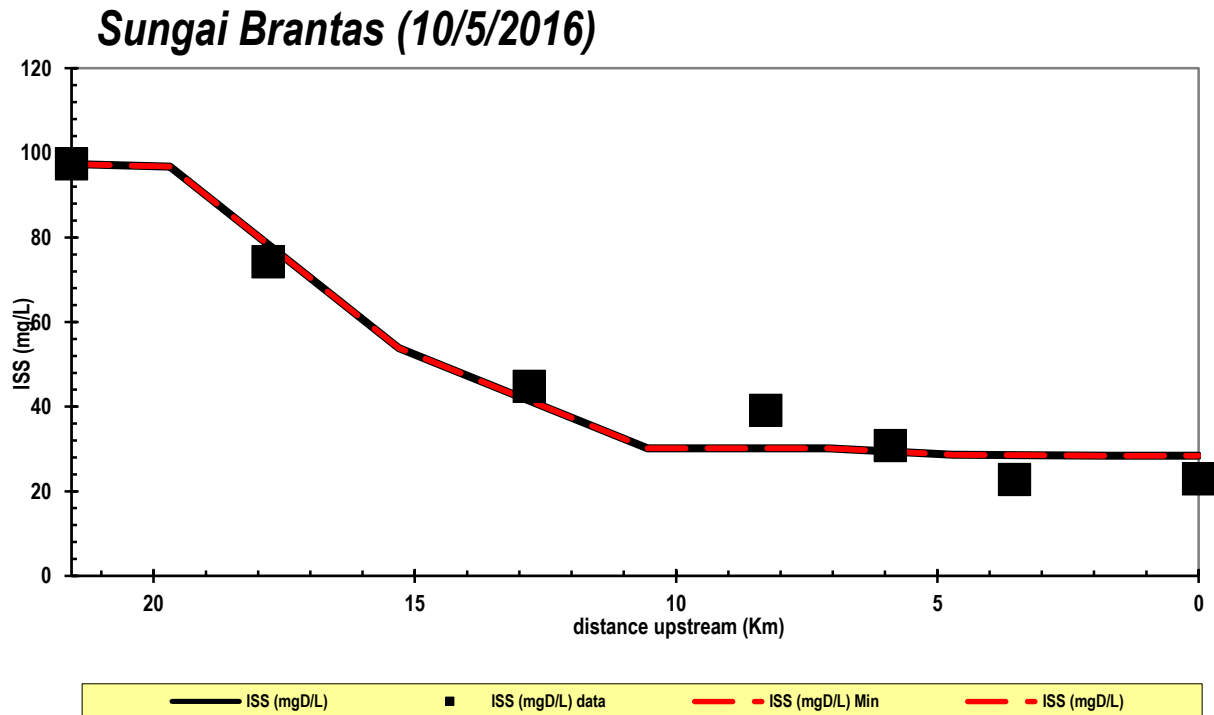
Reach	Nama Koefisien			
	ISS	FastCBOD	Generic	Nitrate
Pendem	1000	0.01	0.1	0.3
UMM	1180000	0.4	20	2
Suhat	1350000	0.1	600	3.15
Pasar Burung	10	0.7	0.1	0.8
Kutho Bedah	100000	0.1	0.1	0.8
Kol. Sugiono	10000	0.2	300	3.3

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.28 Perbandingan Model dan Data Parameter TSS

Reach Rates	x(km)	TSS	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	97.40	97.40
UMM	19.69	74.25	97.33
Suhat	15.31	44.80	53.88
Pasar Burung	10.55	39.10	30.25
Kutho Bedah	7.09	30.81	30.24
Kol. Sugiono	4.71	22.74	28.82
Bumi Ayu	1.76	22.93	28.58

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



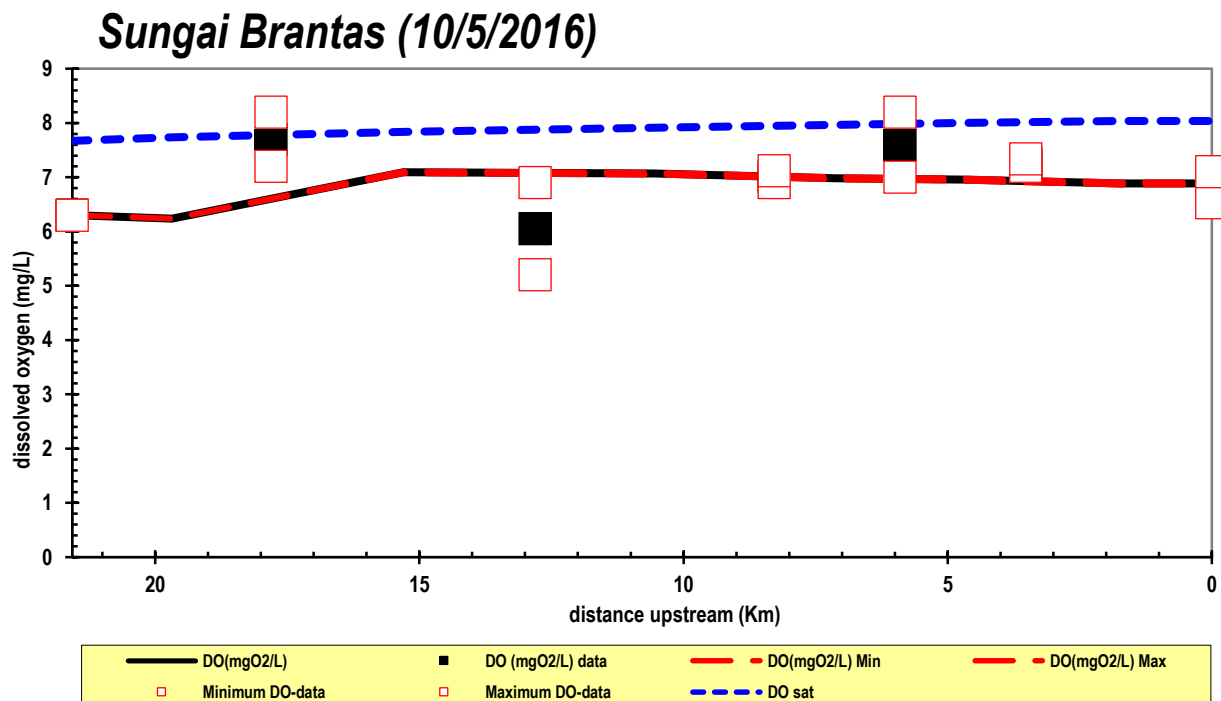
Gambar 4.22. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter TSS pada Tahun 2016 menggunakan koefisien tahun 2015

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.29 Perbandingan Model dan Data Parameter DO

Reach Rates	x(km)	DO	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	6.30	6.30
UMM	19.69	7.70	6.30
Suhat	15.31	6.05	7.11
Pasar Burung	10.55	7.01	7.08
Kutho Bedah	7.09	7.60	7.00
Kol. Sugiono	4.71	7.27	6.98
Bumi Ayu	1.76	6.82	6.90

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



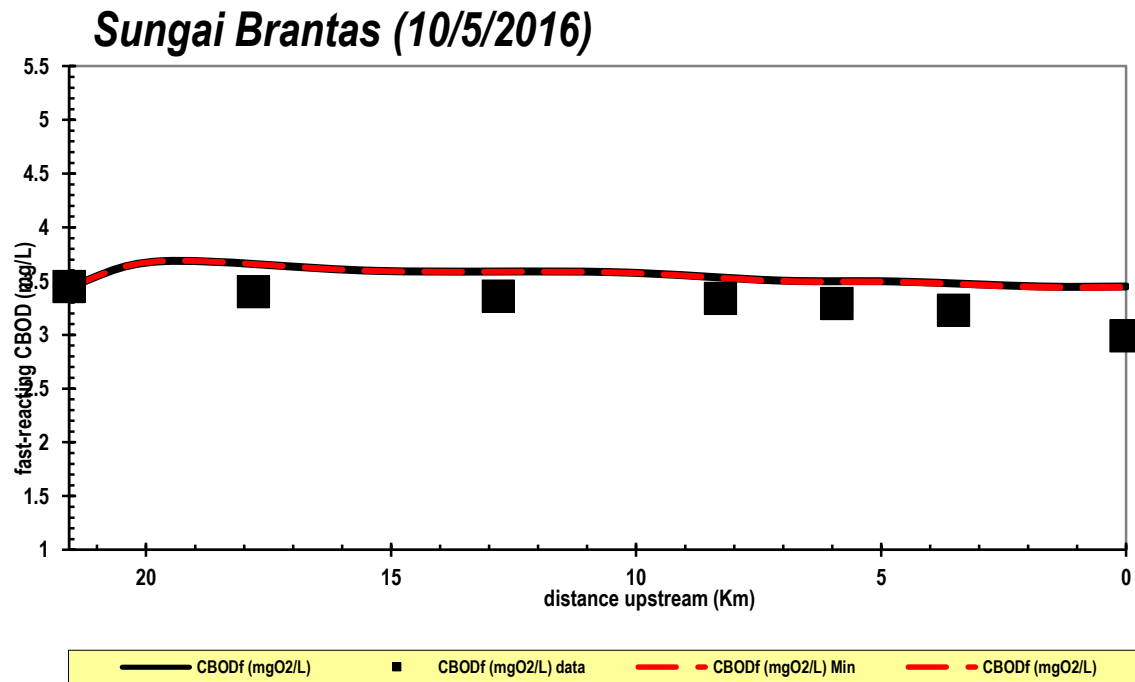
Gambar 4.23. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter DO pada Tahun 2016 menggunakan koefisien tahun 2015

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.30 Perbandingan Model dan Data Parameter BOD

Reach Rates	x(km)	BOD	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	3.45	3.45
UMM	19.69	3.40	3.45
Suhat	15.31	3.36	3.56
Pasar Burung	10.55	3.34	3.55
Kutho Bedah	7.09	3.29	3.47
Kol. Sugiono	4.71	3.23	3.56
Bumi Ayu	1.76	2.99	3.52

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



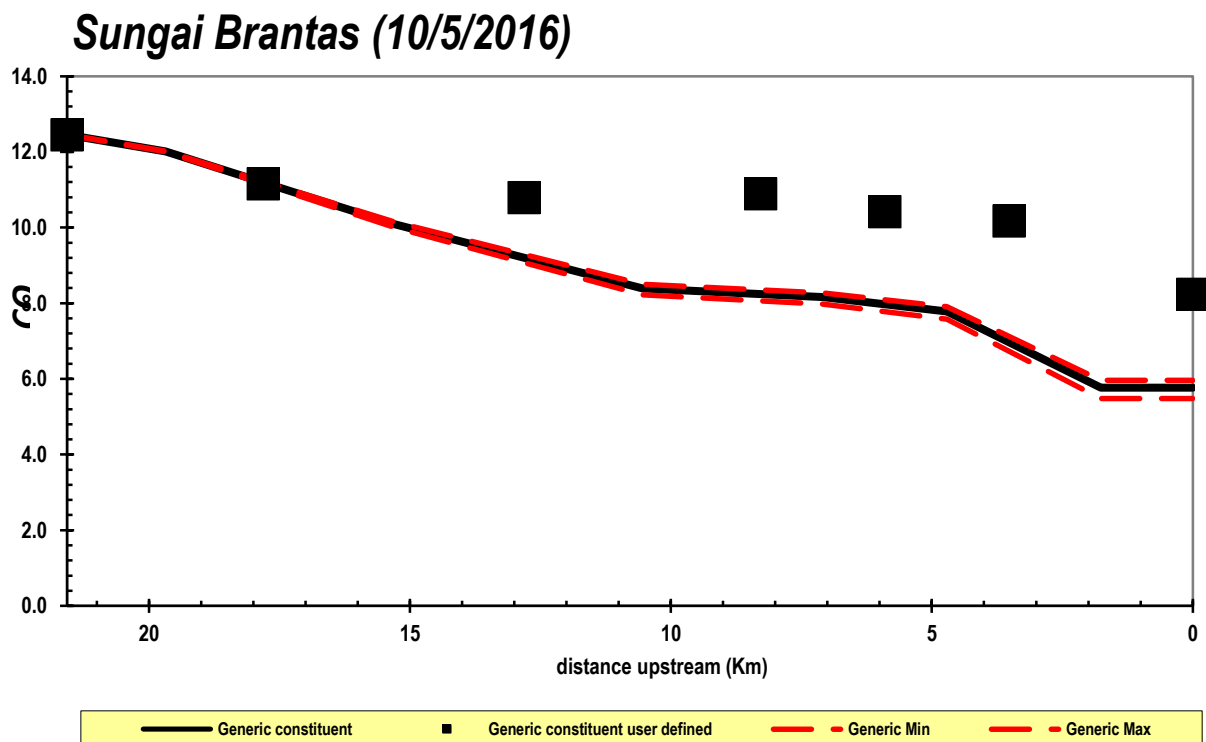
Gambar 4.24. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter BOD pada Tahun 2016 menggunakan koefisien tahun 2015

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.31 Perbandingan Model dan Data Parameter COD

Reach Rates	x(km)	COD	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	12.45	12.45
UMM	19.69	11.15	11.29
Suhat	15.31	10.79	10.12
Pasar Burung	10.55	10.89	8.42
Kutho Bedah	7.09	10.42	8.19
Kol. Sugiono	4.71	10.17	8.37
Bumi Ayu	1.76	8.23	6.22

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



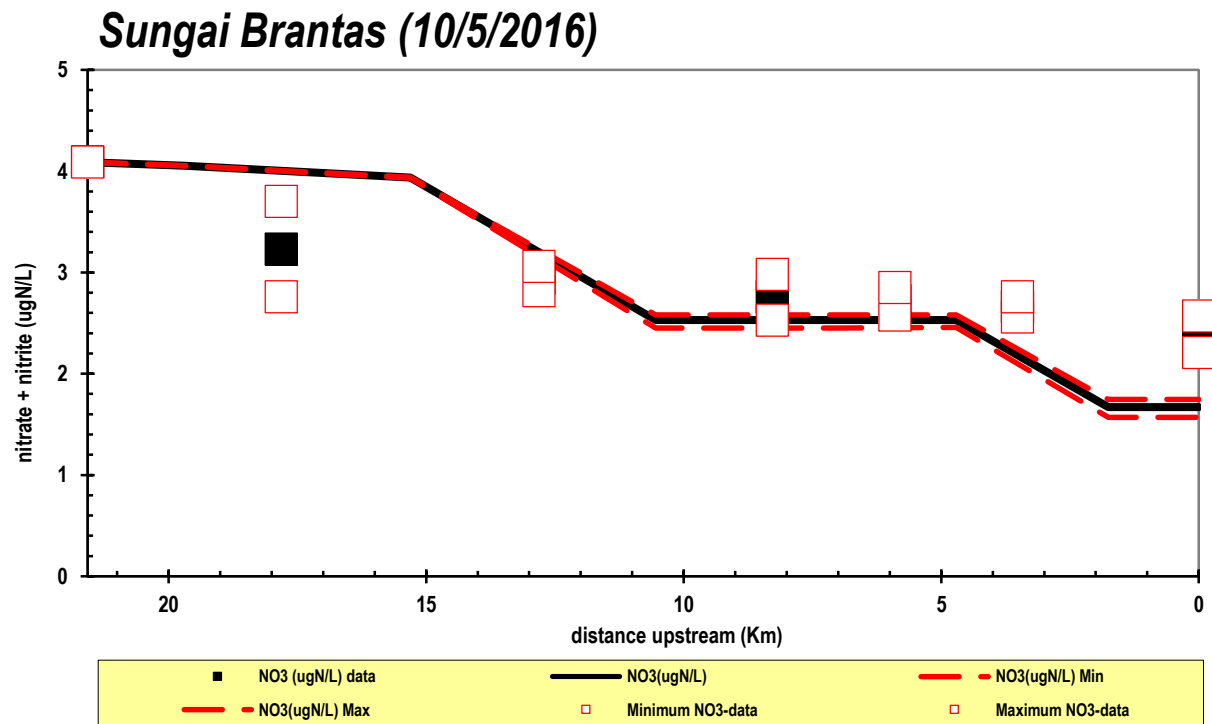
Gambar 4.25. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter COD pada Tahun 2016 menggunakan koefisien tahun 2015

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.32 Perbandingan Model dan Data Parameter Nitrate

Reach Rates	x(km)	Nitrate	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	4.09	4.09
UMM	19.69	3.23	4.09
Suhat	15.31	2.94	3.92
Pasar Burung	10.55	2.76	2.53
Kutho Bedah	7.09	2.72	2.53
Kol. Sugiono	4.71	2.66	2.51
Bumi Ayu	1.76	2.39	1.66

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



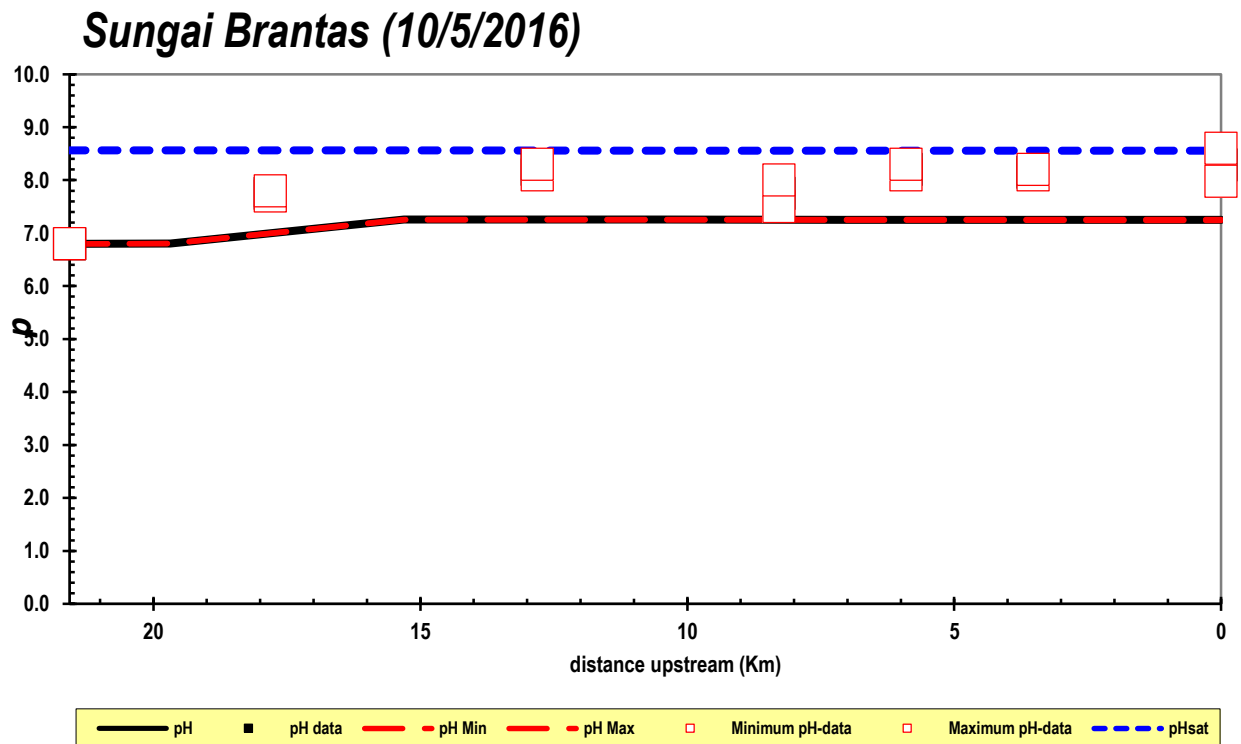
Gambar 4.26. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter Nitrate pada Tahun 2016 menggunakan koefisien 2015

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.33 Perbandingan Model dan Data Parameter pH

Reach Rates	x(km)	pH	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	6.80	6.80
UMM	19.69	7.75	6.80
Suhat	15.31	8.20	7.26
Pasar Burung	10.55	7.75	7.26
Kutho Bedah	7.09	8.20	7.25
Kol. Sugiono	4.71	8.15	7.26
Bumi Ayu	1.76	8.29	7.25

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



Gambar 4.27. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter pH pada Tahun 2016 menggunakan koefisien tahun 2015

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.34 Rentang Nilai Koefisien Tahun 2016 yang diverifikasi ke tahun 2015

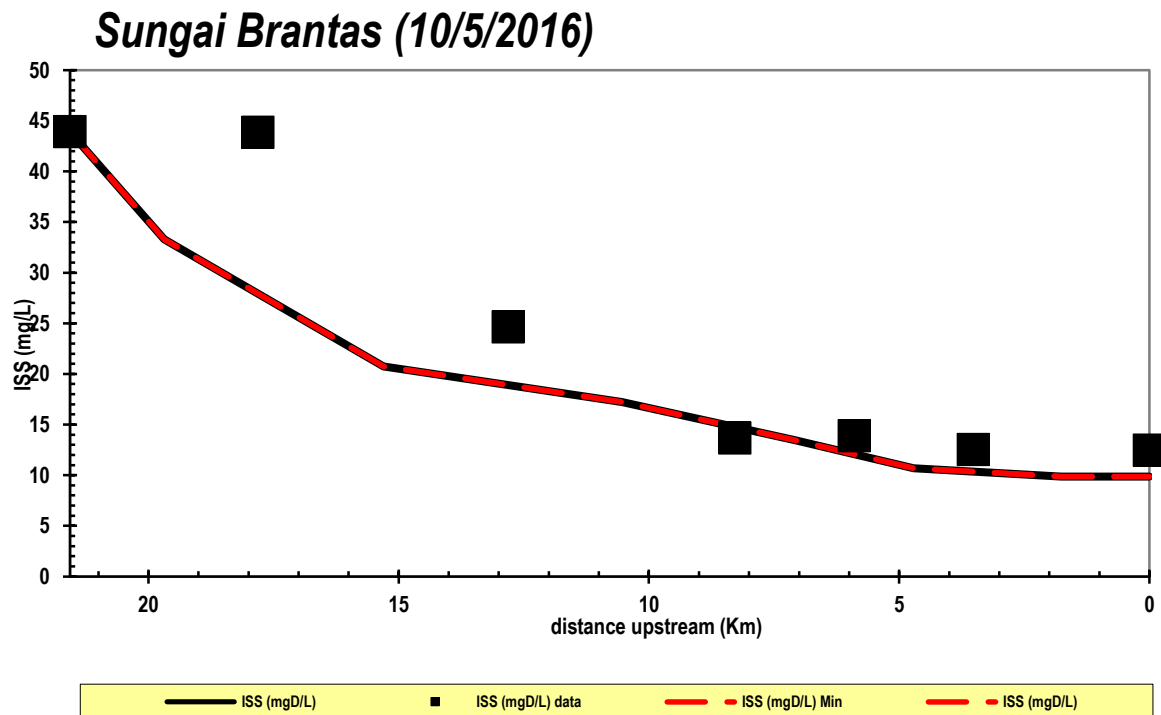
Reach	Nama Koefisien			
	ISS	FastCBOD	Generic	Nitrate
Pendem	600000	0.05	0.35	35
UMM	900000	0.2	0.4	55
Suhat	350000	0.4	0.01	70
Pasar Burung	700000	0.7	0.9	80
Kutho Bedah	500000	0.9	0.5	10
Kol. Sugiono	100000	0.5	2.15	50

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.35 Perbandingan Model dan Data Parameter TSS

Reach Rates	x(km)	TSS	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	43.91	43.91
UMM	19.69	43.85	33.31
Suhat	15.31	24.65	20.86
Pasar Burung	10.55	13.68	17.36
Kutho Bedah	7.09	13.90	13.58
Kol. Sugiono	4.71	12.52	10.97
Bumi Ayu	1.76	12.48	10.14

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



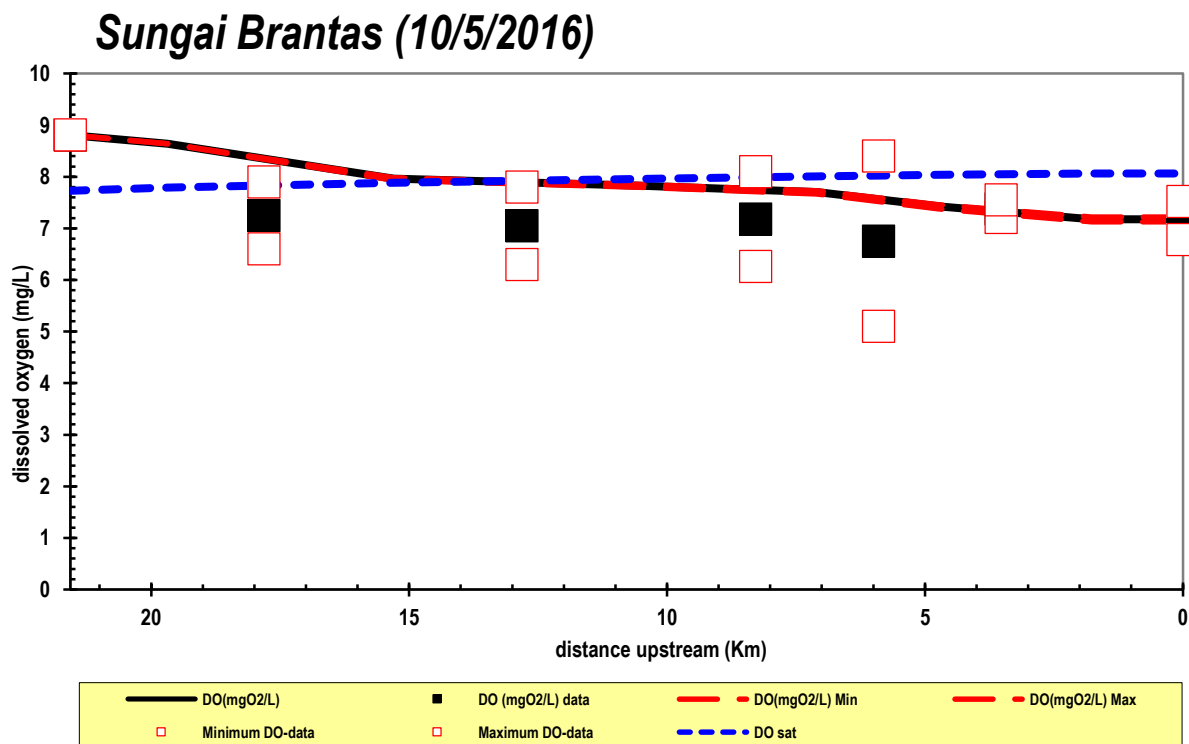
Gambar 4.28. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter TSS pada Tahun 2015 menggunakan koefisien tahun 2016

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.36 Perbandingan Model dan Data Parameter DO

Reach Rates	x(km)	DO	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	8.81	8.81
UMM	19.69	7.25	8.72
Suhat	15.31	7.05	7.97
Pasar Burung	10.55	7.18	7.84
Kutho Bedah	7.09	6.75	7.71
Kol. Sugiono	4.71	7.38	7.43
Bumi Ayu	1.76	7.15	7.18

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



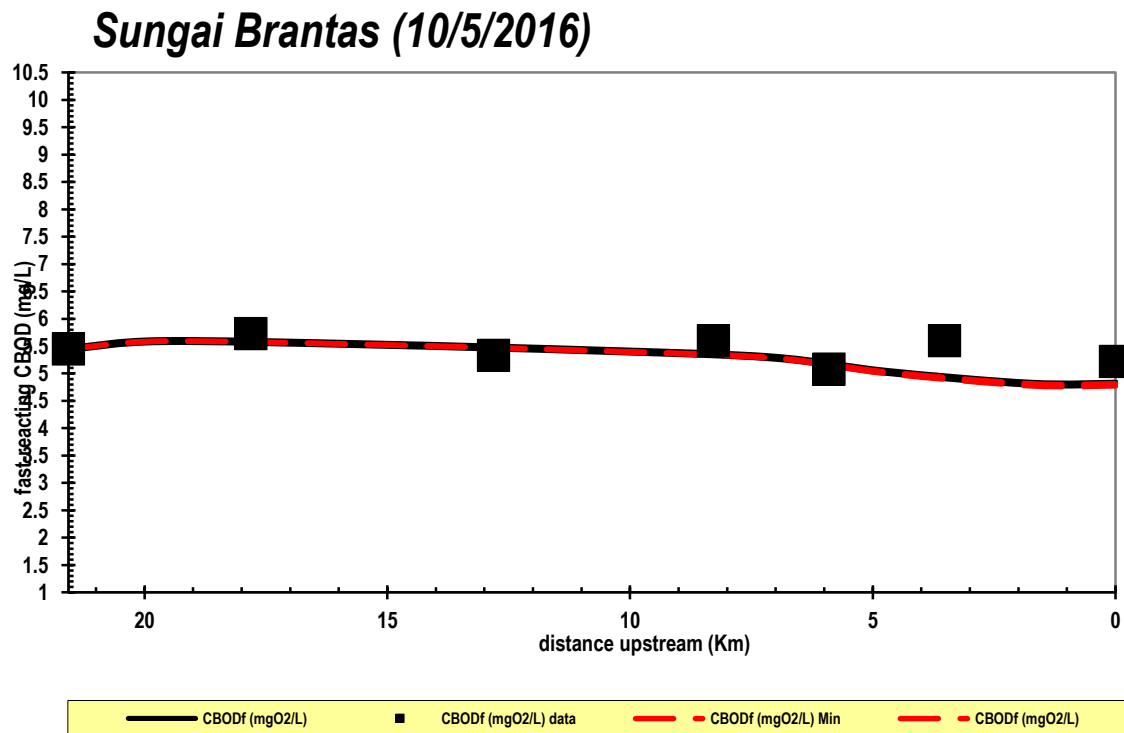
Gambar 4.29. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter DO pada Tahun 2015 menggunakan koefisien tahun 2016

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.37 Perbandingan Model dan Data Parameter BOD

Reach Rates	x(km)	BOD	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	5.45	5.45
UMM	19.69	5.73	5.37
Suhat	15.31	5.33	5.49
Pasar Burung	10.55	5.60	5.37
Kutho Bedah	7.09	5.08	5.25
Kol. Sugiono	4.71	5.60	5.07
Bumi Ayu	1.76	5.22	4.86

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



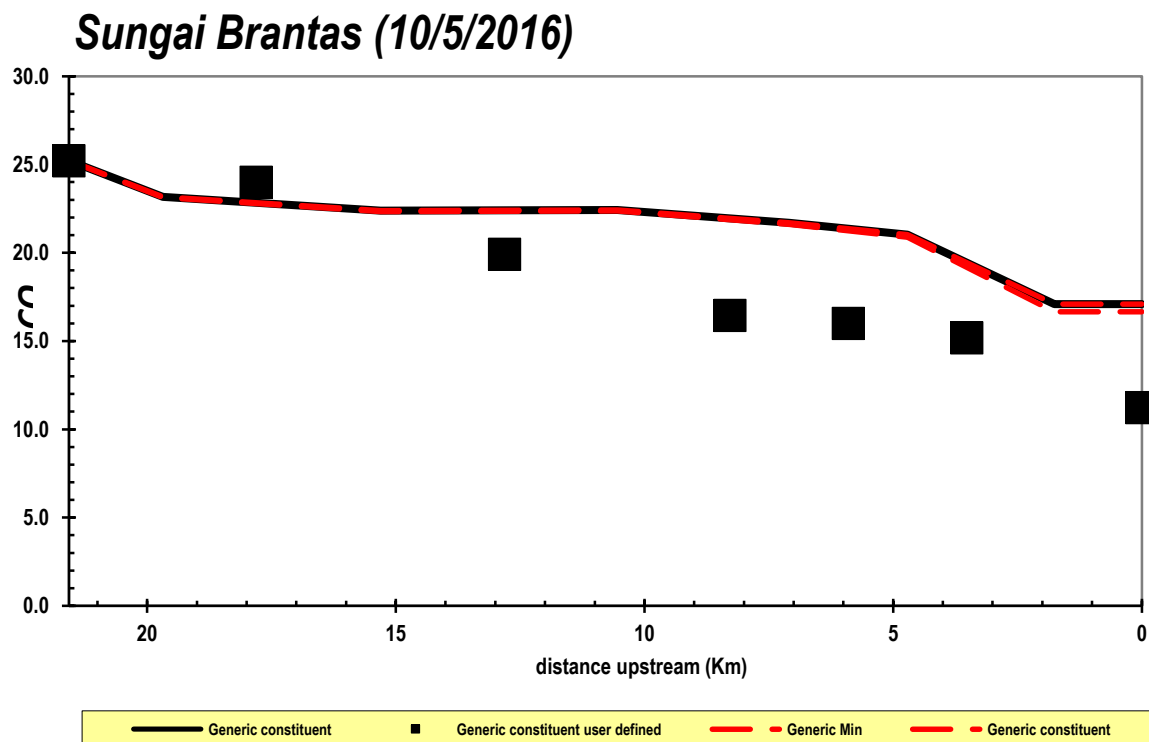
Gambar 4.30. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter BOD pada Tahun 2015 menggunakan koefisien tahun 2016

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.38 Perbandingan Model dan Data Parameter COD

Reach Rates	x(km)	COD	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	25.21	25.21
UMM	19.69	23.99	22.54
Suhat	15.31	19.92	22.36
Pasar Burung	10.55	16.44	22.39
Kutho Bedah	7.09	15.99	21.67
Kol. Sugiono	4.71	15.18	21.47
Bumi Ayu	1.76	11.22	17.48

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



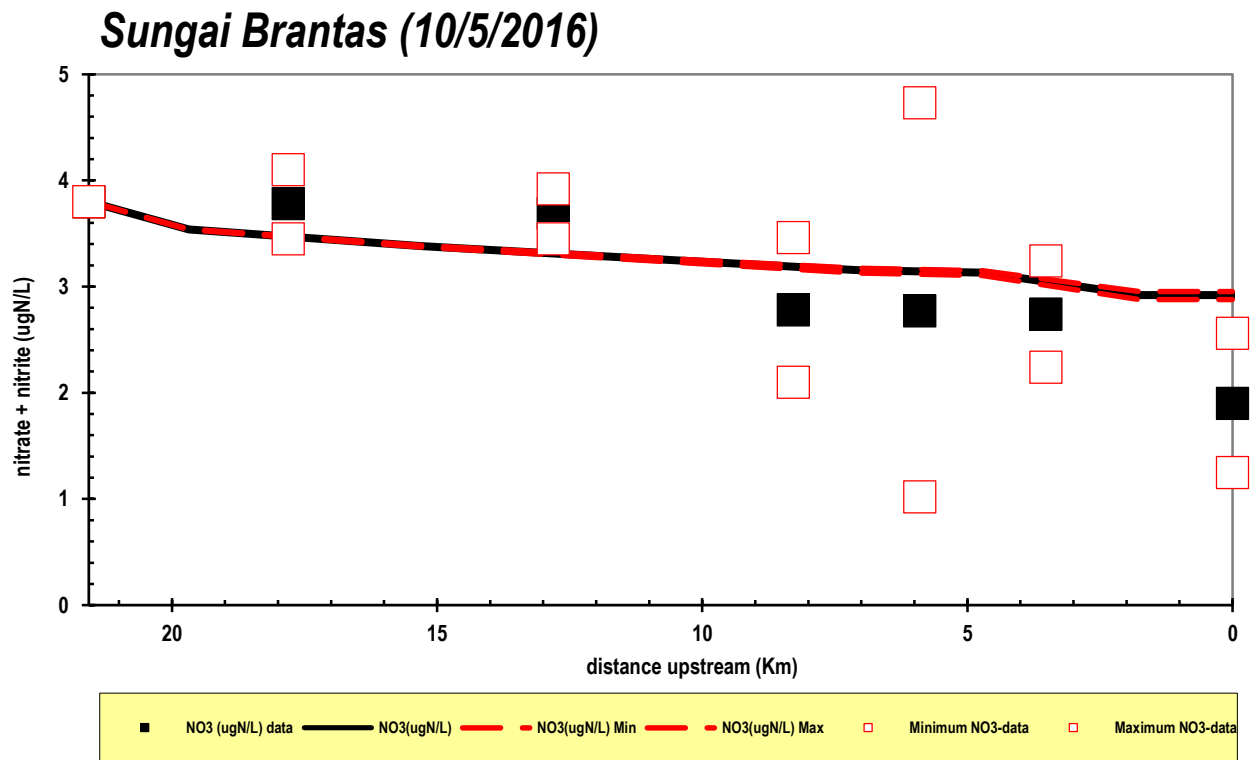
Gambar 4.31. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter COD pada Tahun 2015 menggunakan koefisien tahun 2016

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.39 Perbandingan Model dan Data Parameter Nitrate

Reach Rates	x(km)	Nitrate	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	3.80	3.80
UMM	19.69	3.78	3.58
Suhat	15.31	3.69	3.37
Pasar Burung	10.55	2.78	3.24
Kutho Bedah	7.09	2.77	3.15
Kol. Sugiono	4.71	2.74	3.10
Bumi Ayu	1.76	1.90	2.89

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



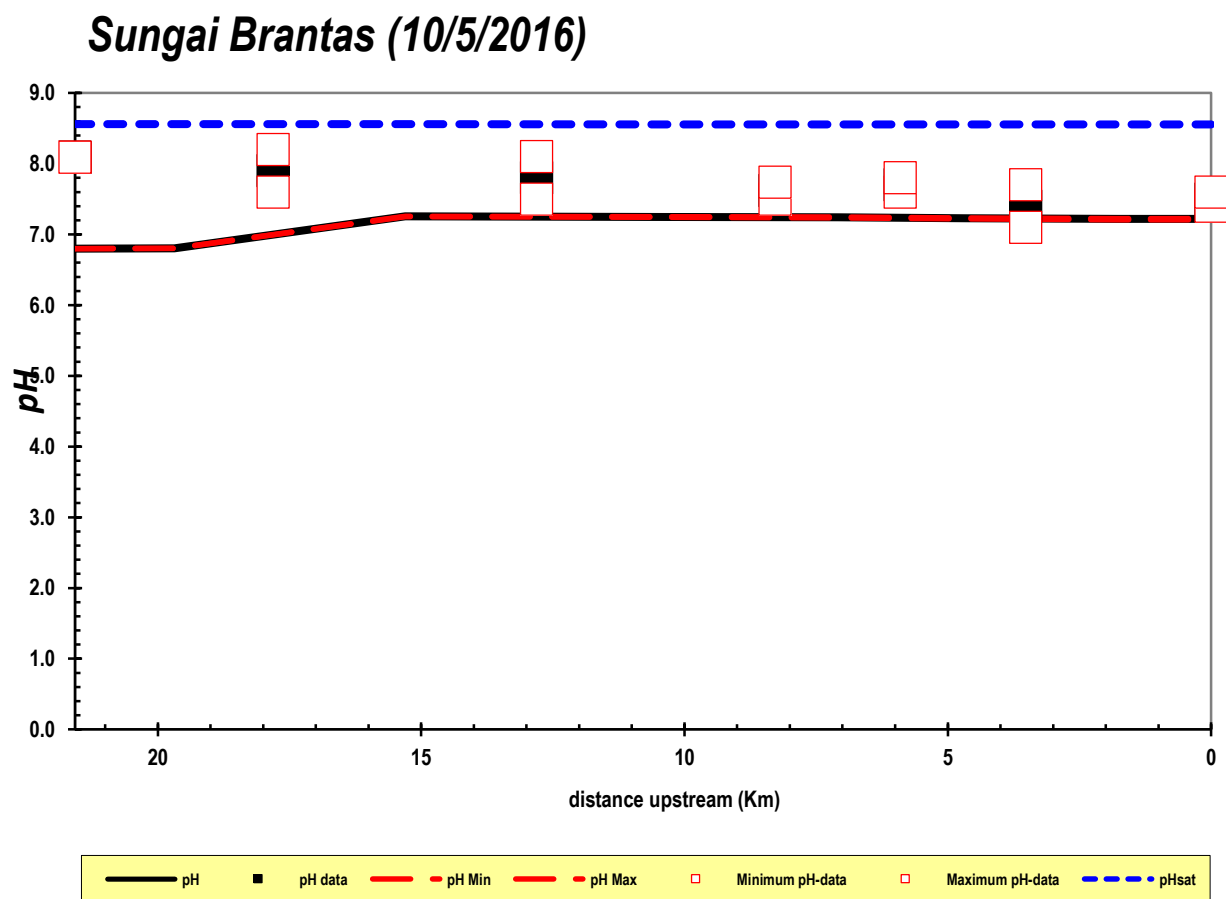
Gambar 4.32. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter Nitrate pada Tahun 2015 menggunakan koefisien 2016

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.40 Perbandingan Model dan Data Parameter pH

Reach Rates	x(km)	pH	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	8.09	6.80
UMM	19.69	7.90	6.80
Suhat	15.31	7.80	7.25
Pasar Burung	10.55	7.62	7.25
Kutho Bedah	7.09	7.70	7.24
Kol. Sugiono	4.71	7.40	7.23
Bumi Ayu	1.76	7.50	7.22

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



Gambar 4.33. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter pH pada Tahun 2015 menggunakan koefisien tahun 2016

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.41 Rentang Nilai Koefisien Rerata yang diverifikasi ke tahun 2016

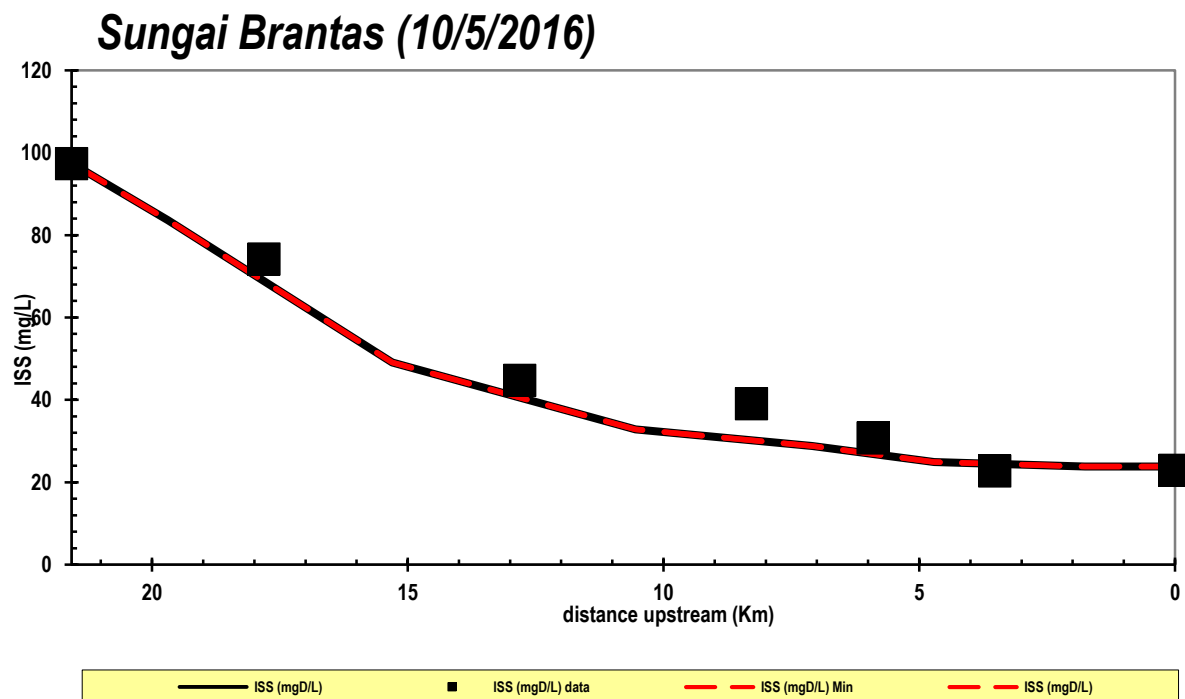
Reach	Nama Koefisien			
	ISS	FastCBOD	Generic	Nitrate
Pendem	300500	0.03	0.325	17.55
UMM	1040000	0.3	1.2	37.5
Suhat	850000	0.25	1.58	335
Pasar Burung	350005	0.7	0.85	40.05
Kutho Bedah	300000	0.5	0.65	5.05
Kol. Sugiono	55000	0.35	2.725	175

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.42 Perbandingan Model dan Data Parameter TSS

Reach Rates	x(km)	TSS	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	97.40	97.40
UMM	19.69	74.25	84.00
Suhat	15.31	44.80	49.13
Pasar Burung	10.55	39.10	32.92
Kutho Bedah	7.09	30.81	28.90
Kol. Sugiono	4.71	22.74	25.11
Bumi Ayu	1.76	22.93	24.01

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



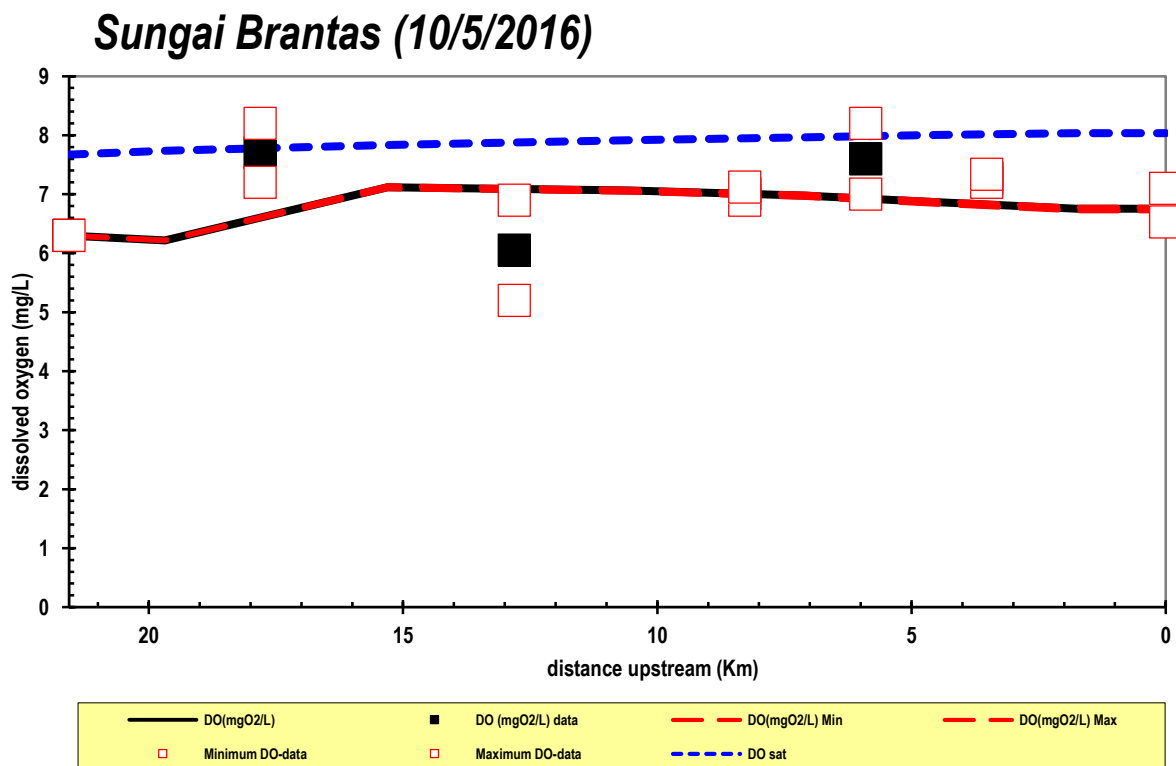
Gambar 4.34. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter TSS pada Tahun 2016 menggunakan koefisien rerata

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.43 Perbandingan Model dan Data Parameter DO

Reach Rates	x(km)	DO	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	6.30	6.30
UMM	19.69	7.70	6.28
Suhat	15.31	6.05	7.14
Pasar Burung	10.55	7.01	7.09
Kutho Bedah	7.09	7.60	7.01
Kol. Sugiono	4.71	7.27	6.91
Bumi Ayu	1.76	6.82	6.79

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



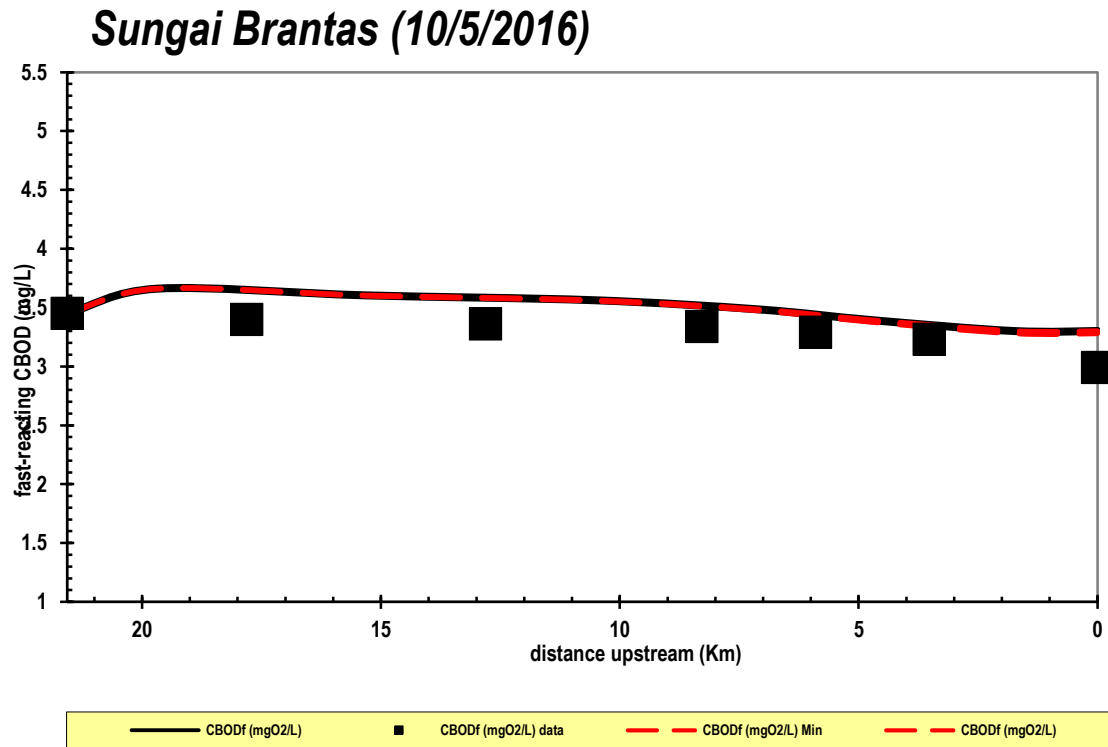
Gambar 4.35. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter DO pada Tahun 2016 menggunakan koefisien rerata

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.44 Perbandingan Model dan Data Parameter BOD

Reach Rates	x(km)	BOD	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	3.45	3.45
UMM	19.69	3.40	3.42
Suhat	15.31	3.36	3.57
Pasar Burung	10.55	3.34	3.53
Kutho Bedah	7.09	3.29	3.45
Kol. Sugiono	4.71	3.23	3.46
Bumi Ayu	1.76	2.99	3.37

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



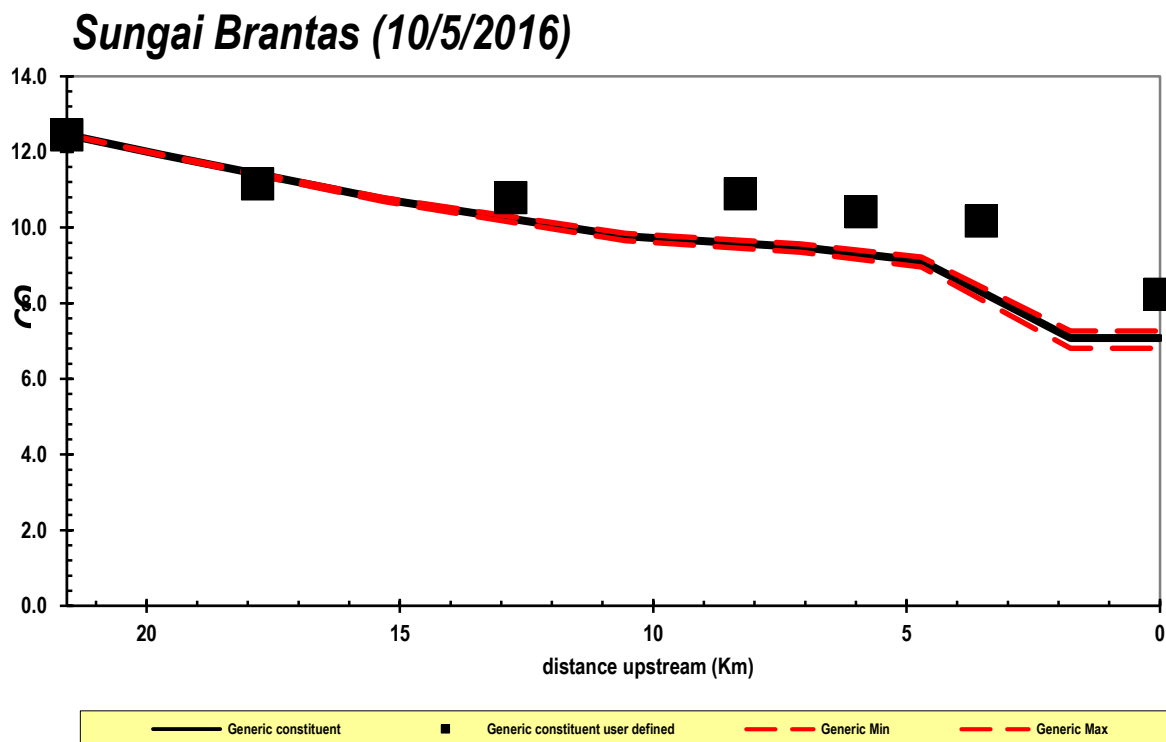
Gambar 4.36. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter BOD pada Tahun 2016 menggunakan koefisien rerata

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.45 Perbandingan Model dan Data Parameter COD

Reach Rates	x(km)	COD	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	12.45	12.45
UMM	19.69	11.15	11.20
Suhat	15.31	10.79	10.77
Pasar Burung	10.55	10.89	9.80
Kutho Bedah	7.09	10.42	9.51
Kol. Sugiono	4.71	10.17	9.71
Bumi Ayu	1.76	8.23	7.55

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



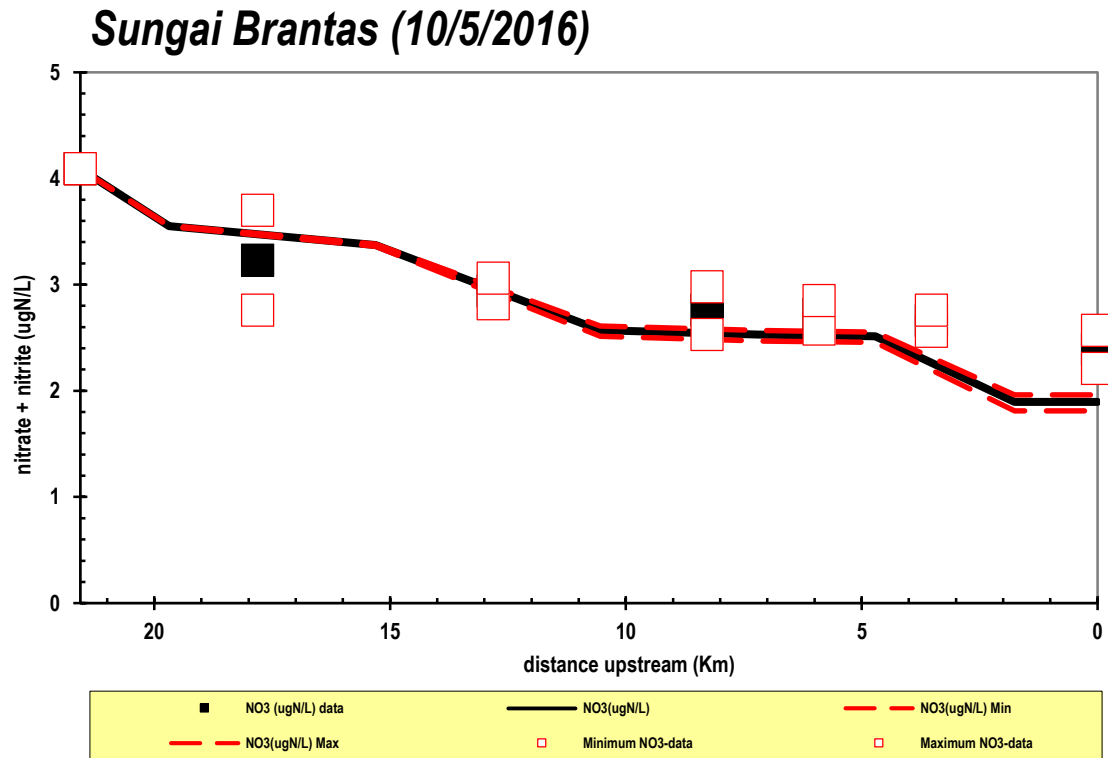
Gambar 4.37. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter COD pada Tahun 2016 menggunakan koefisien rerata

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.46 Perbandingan Model dan Data Parameter Nitrate

Reach Rates	x(km)	Nitrate	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	4.09	4.09
UMM	19.69	3.23	3.60
Suhat	15.31	2.94	3.37
Pasar Burung	10.55	2.76	2.58
Kutho Bedah	7.09	2.72	2.54
Kol. Sugiono	4.71	2.66	2.50
Bumi Ayu	1.76	2.39	1.90

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



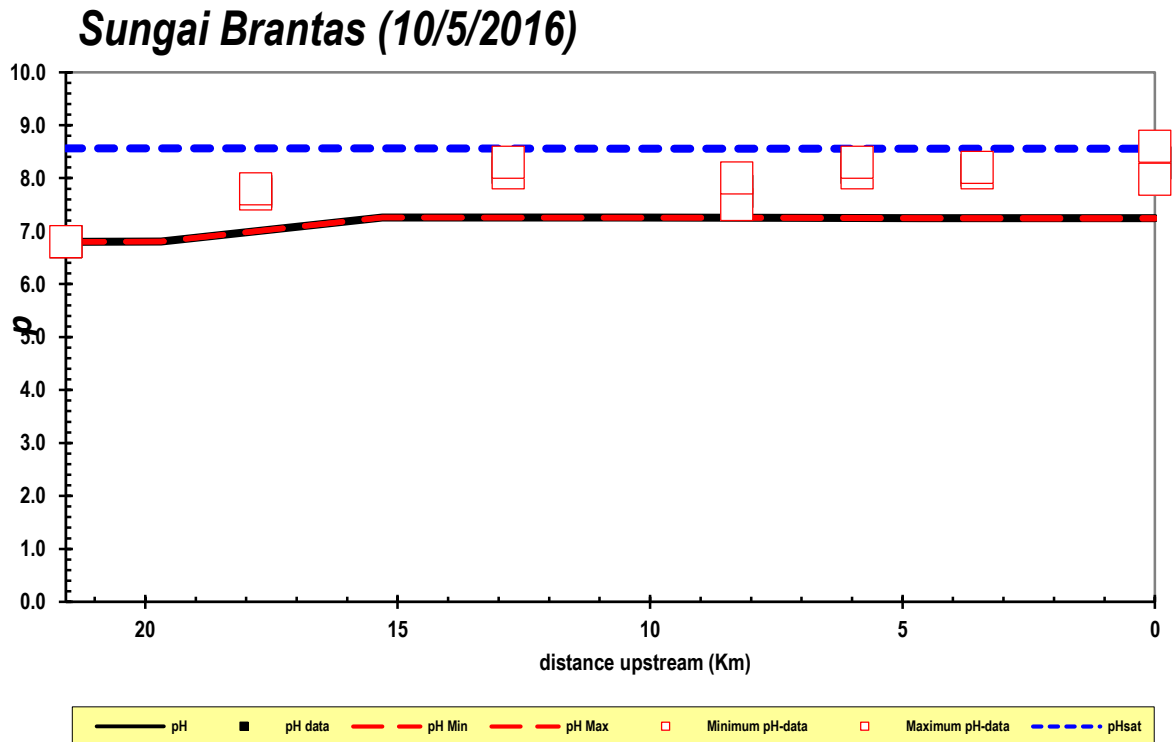
Gambar 4.38. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter Nitrate pada Tahun 2016 menggunakan koefisien rerata

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.47 Perbandingan Model dan Data Parameter pH

Reach Rates	x(km)	pH	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	6.80	6.80
UMM	19.69	7.75	6.80
Suhat	15.31	8.20	7.26
Pasar Burung	10.55	7.75	7.26
Kutho Bedah	7.09	8.20	7.25
Kol. Sugiono	4.71	8.15	7.25
Bumi Ayu	1.76	8.29	7.25

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



Gambar 4.39. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter pH pada Tahun 2016 menggunakan koefisien rerata

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.48 Rentang Nilai Koefisien Rerata yang diverifikasi ke tahun 2015

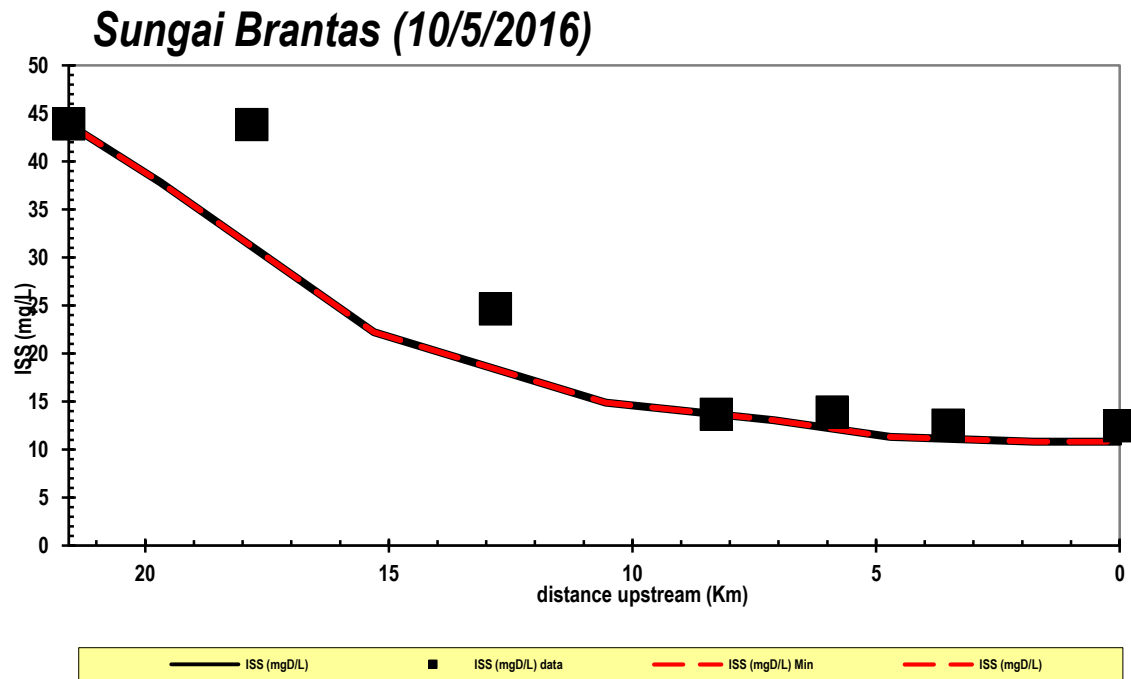
Reach	Nama Koefisien			
	ISS	FastCBOD	Generic	Nitrate
Pendem	300500	0.03	0.325	17.55
UMM	1040000	0.3	1.2	37.5
Suhat	850000	0.25	1.58	335
Pasar Burung	350005	0.7	0.85	40.05
Kutho Bedah	300000	0.5	0.65	5.05
Kol. Sugiono	55000	0.35	2.725	175

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.49 Perbandingan Model dan Data Parameter TSS

Reach Rates	x(km)	TSS	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	43.91	43.91
UMM	19.69	43.85	37.87
Suhat	15.31	24.65	22.36
Pasar Burung	10.55	13.68	14.99
Kutho Bedah	7.09	13.90	13.16
Kol. Sugiono	4.71	12.52	11.59
Bumi Ayu	1.76	12.48	11.10

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



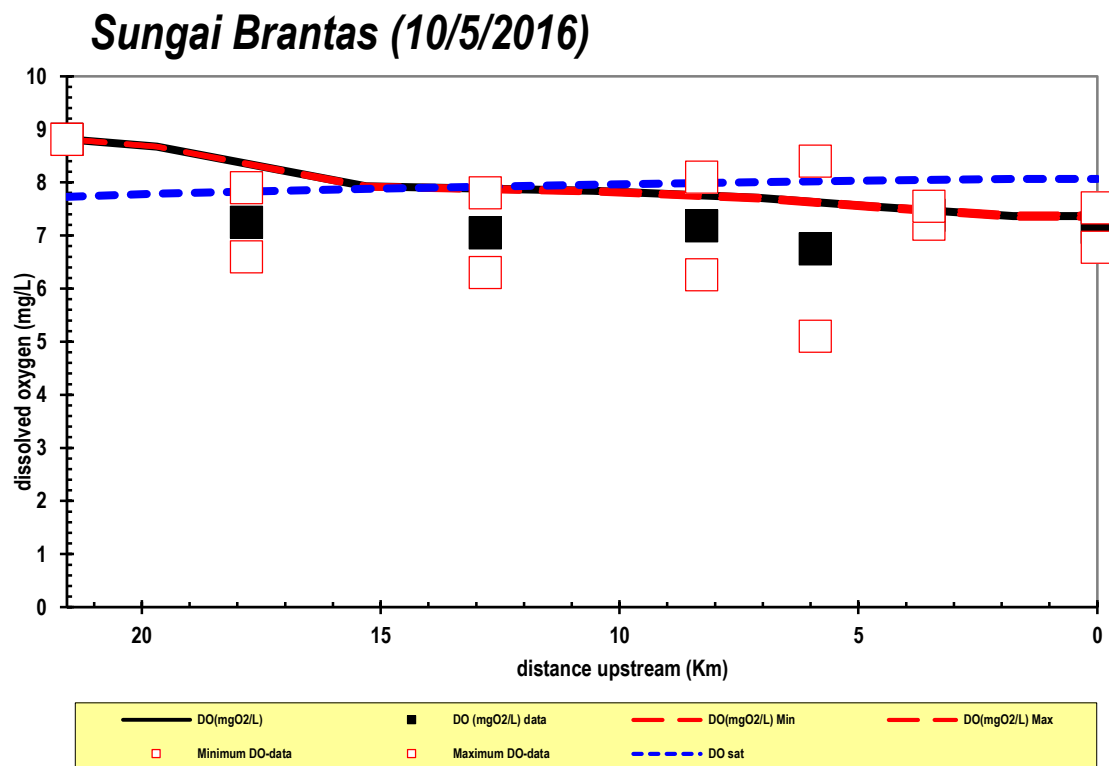
Gambar 4.40. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter TSS pada Tahun 2015 menggunakan koefisien rerata

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.50 Perbandingan Model dan Data Parameter DO

Reach Rates	x(km)	DO	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	8.81	8.81
UMM	19.69	7.25	8.75
Suhat	15.31	7.05	7.93
Pasar Burung	10.55	7.18	7.85
Kutho Bedah	7.09	6.75	7.72
Kol. Sugiono	4.71	7.38	7.56
Bumi Ayu	1.76	7.15	7.37

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



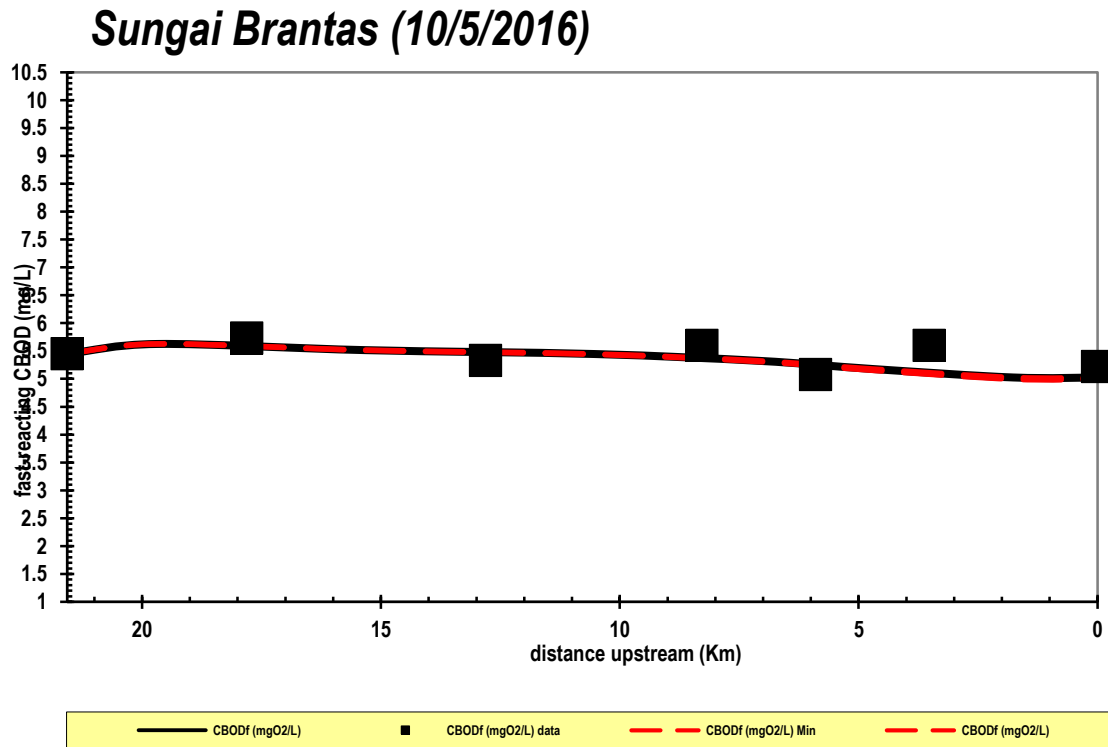
Gambar 4.41. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter DO pada Tahun 2015 menggunakan koefisien rerata

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.51 Perbandingan Model dan Data Parameter BOD

Reach Rates	x(km)	BOD	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	5.45	5.45
UMM	19.69	5.73	5.41
Suhat	15.31	5.33	5.47
Pasar Burung	10.55	5.60	5.40
Kutho Bedah	7.09	5.08	5.28
Kol. Sugiono	4.71	5.60	5.22
Bumi Ayu	1.76	5.22	5.07

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



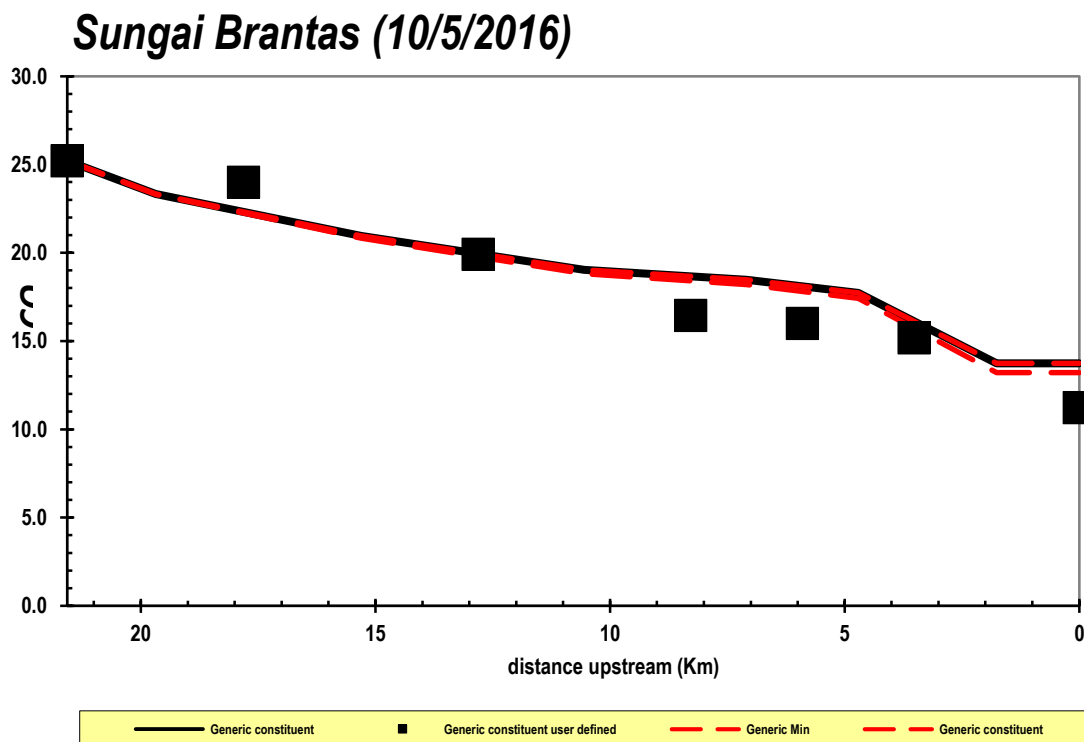
Gambar 4.42. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter BOD pada Tahun 2015 menggunakan koefisien rerata

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.52 Perbandingan Model dan Data Parameter COD

Reach Rates	x(km)	COD	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	25.21	25.21
UMM	19.69	23.99	22.71
Suhat	15.31	19.92	20.92
Pasar Burung	10.55	16.44	19.02
Kutho Bedah	7.09	15.99	18.45
Kol. Sugiono	4.71	15.18	18.20
Bumi Ayu	1.76	11.22	14.12

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



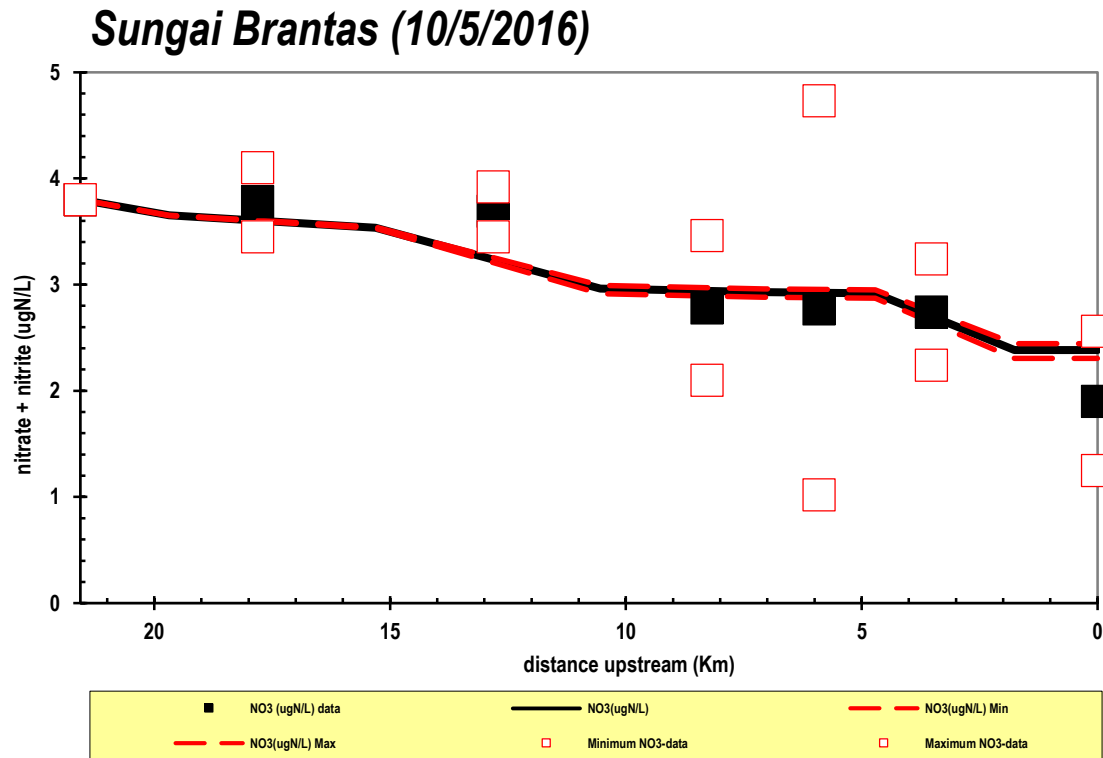
Gambar 4.43. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter COD pada Tahun 2015 menggunakan koefisien rerata

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.53 Perbandingan Model dan Data Parameter Nitrate

Reach Rates	x(km)	Nitrate	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	3.80	3.80
UMM	19.69	3.78	3.69
Suhat	15.31	3.69	3.52
Pasar Burung	10.55	2.78	2.95
Kutho Bedah	7.09	2.77	2.92
Kol. Sugiono	4.71	2.74	2.89
Bumi Ayu	1.76	1.90	2.36

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)



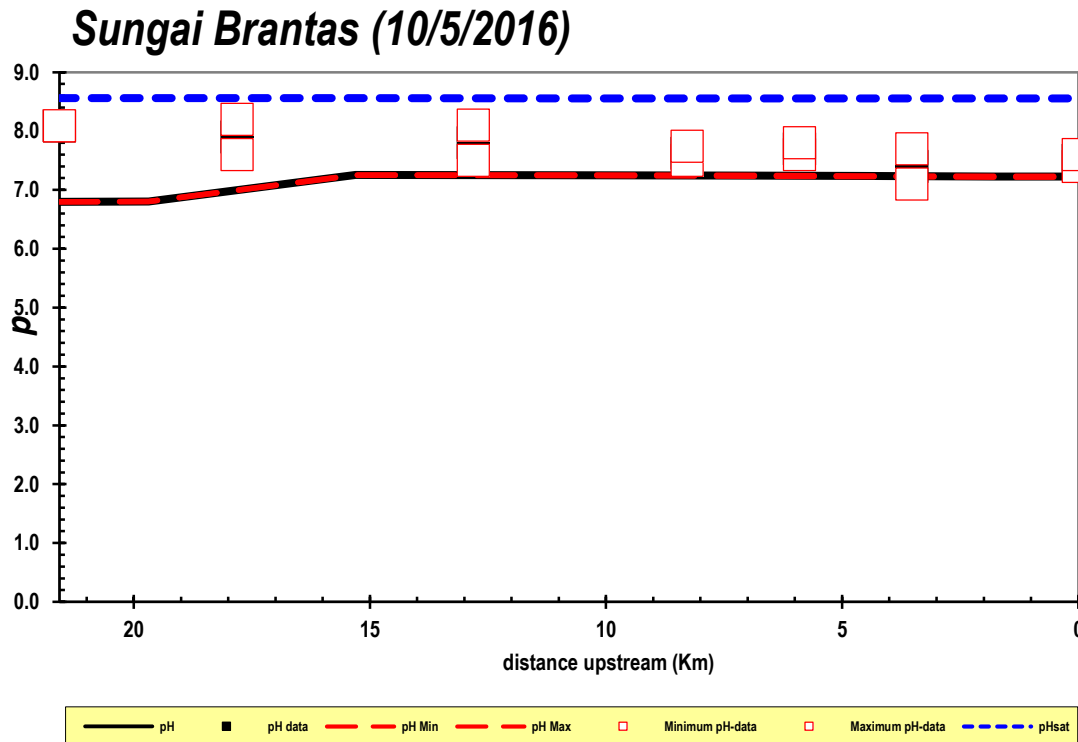
Gambar 4.44. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter Nitrate pada Tahun 2015 menggunakan koefisien rerata

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Tabel 4.54 Perbandingan Model dan Data Parameter pH

Reach Rates	x(km)	pH	
		WQ Data	WQ Output
Pendem	21.57	8.09	6.80
UMM	19.69	7.90	6.80
Suhat	15.31	7.80	7.25
Pasar Burung	10.55	7.62	7.25
Kutho Bedah	7.09	7.70	7.24
Kol. Sugiono	4.71	7.40	7.24
Bumi Ayu	1.76	7.50	7.23

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw, (2017)

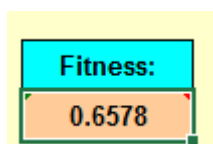


Gambar 4.45. Perbandingan Model dan Data Untuk Parameter pH pada Tahun 2015 menggunakan koefisien rerata

Sumber : QUAL2Kw, (2017)

Untuk mendapatkan nilai koefisien model perlu dilakukan *trial and error* pada *sheet reach rates*. Parameter yang dimodelkan pada aplikasi ini adalah TSS, DO, BOD, COD, Nitrate, dan pH. Penentuan nilai koefisien dianggap selesai apabila data yang dihasilkan sudah mendekati data input.

QUAL2Kw memiliki kemampuan untuk secara otomatis melakukan kalibrasi. Kalibrasi otomatis dijalankan dengan menggunakan tombol [Run VBA] pada lembar kerja *rates*. Pada *worksheet rates* terdapat nilai *fitness*, nilai *fitness* menentukan tingkat kebaikan dari model. Rentang nilai *fitness* adalah 0 s/d 1. Pada kalibrasi tahun 2016 menggunakan koefisien tahun rerata didapatkan nilai *fitness* sebesar **0,6578** dapat dilanjutkan ke simulasi selanjutnya.



Gambar 4.46. Nilai Fitness pada kalibrasi tahun 2016 menggunakan koefisien tahun rerata

Sumber: QUALKw (2017)

4.4. Kesalahan Relatif

Untuk mengetahui keyakinan bahwa data pada model sudah terverifikasi, maka dihitung prosentase perbedaan tren data dan tren model yang diperoleh berdasarkan hasil dari *running* data.

Contoh perhitungan kesalahan relatif sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Kr &= \left(\frac{Xa - Xb}{Xa} \right) \times 100 \\ &= \left(\frac{74.25 - 73.88}{74.25} \right) \times 100 \\ &= 0.501 \% \end{aligned}$$

Kesalahan relatif untuk tiap parameter untuk tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.55. sampai dengan Tabel 4.60

Tabel 4.55. Kesalahan Relatif Parameter TSS Tahun 2016

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	97.40	97.40	0.000%
2	UMM	74.25	73.88	0.501%
3	Suhat	44.80	45.78	2.194%
4	Pasar Burung	39.10	38.07	2.647%
5	Kutho Bedah	30.81	29.78	3.358%
6	Kol. Sugiono	22.74	23.75	4.449%
7	Bumi Ayu	22.93	21.93	4.369%
Rata-rata				2.502%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.56. Kesalahan Relatif Parameter DO Tahun 2016

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	6.30	6.30	0.00%
2	UMM	7.70	6.25	18.78%
3	Suhat	6.05	7.16	18.30%
4	Pasar Burung	7.01	7.07	0.87%
5	Kutho Bedah	7.60	6.99	8.07%
6	Kol. Sugiono	7.27	6.80	6.42%
7	Bumi Ayu	6.82	6.64	2.65%
Rata-rata				7.869%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.57. Kesalahan Relatif Parameter BOD Tahun 2016

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	3.45	3.45	0.00%
2	UMM	3.40	3.40	0.07%
3	Suhat	3.36	3.58	6.53%
4	Pasar Burung	3.34	3.51	5.12%
5	Kutho Bedah	3.29	3.43	4.39%
6	Kol. Sugiono	3.23	3.36	4.09%
7	Bumi Ayu	2.99	3.23	7.99%
Rata-rata				4.028%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.58. Kesalahan Relatif Parameter COD Tahun 2016

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	12.45	12.45	0.00%
2	UMM	11.15	11.12	0.31%
3	Suhat	10.79	11.53	6.89%
4	Pasar Burung	10.89	11.58	6.30%
5	Kutho Bedah	10.42	11.21	7.59%
6	Kol. Sugiono	10.17	11.43	12.40%
7	Bumi Ayu	8.23	9.32	13.27%
Rata-rata				6.681%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.59. Kesalahan Relatif Parameter Nitrate Tahun 2016

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	4.09	4.09	0.00%
2	UMM	3.23	3.20	0.89%
3	Suhat	2.94	2.93	0.18%
4	Pasar Burung	2.76	2.76	0.14%
5	Kutho Bedah	2.72	2.64	3.04%
6	Kol. Sugiono	2.66	2.59	2.77%
7	Bumi Ayu	2.39	2.35	1.55%
Rata-rata				1.225%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.60. Kesalahan Relatif Parameter pH Tahun 2016

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	6.80	6.80	0.00%
2	UMM	7.75	6.80	12.21%
3	Suhat	8.20	7.26	11.47%
4	Pasar Burung	7.75	7.26	6.37%
5	Kutho Bedah	8.20	7.25	11.55%
6	Kol. Sugiono	8.15	7.25	11.08%
7	Bumi Ayu	8.29	7.24	12.66%
		Rata-rata		9.333%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Dari hasil perhitungan kesalahan relatif pada Tabel 4.55. sampai dengan Tabel 4.60. pada tahun 2016 didapatkan hasil Kr tertinggi terdapat pada parameter pH yaitu sebesar 9.333% dan Kr terendah terdapat pada parameter Nitrate sebesar 1.255%. Dan nilai kesalahan relative rata-rata pada tahun 2016 sebesar **5.273%**

Kesalahan relatif untuk tiap parameter untuk tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 4.61. sampai dengan Tabel 4.66

Tabel 4.61. Kesalahan Relatif Parameter TSS Tahun 2015

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	43.91	43.91	0.00%
2	UMM	43.85	43.88	0.07%
3	Suhat	24.65	24.49	0.63%
4	Pasar Burung	13.68	13.75	0.54%
5	Kutho Bedah	13.90	13.76	1.02%
6	Kol. Sugiono	12.52	13.28	6.05%
7	Bumi Ayu	12.48	13.18	5.64%
Rata-rata				1.995%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.62. Kesalahan Relatif Parameter DO Tahun 2015

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	8.81	8.81	0.00%
2	UMM	7.25	8.79	21.17%
3	Suhat	7.05	7.90	11.99%
4	Pasar Burung	7.18	7.86	9.46%
5	Kutho Bedah	6.75	7.73	14.52%
6	Kol. Sugiono	7.38	7.69	4.20%
7	Bumi Ayu	7.15	7.58	6.00%
Rata-rata				9.620%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.63. Kesalahan Relatif Parameter BOD Tahun 2015

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	5.45	5.45	0.00%
2	UMM	5.73	5.44	5.06%
3	Suhat	5.33	5.45	2.33%
4	Pasar Burung	5.60	5.43	2.97%
5	Kutho Bedah	5.08	5.31	4.58%
6	Kol. Sugiono	5.60	5.38	4.01%
7	Bumi Ayu	5.22	5.29	1.41%
Rata-rata				2.908%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.64 Kesalahan Relatif Parameter COD Tahun 2015

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	25.21	25.21	0.00%
2	UMM	23.99	22.89	4.59%
3	Suhat	19.92	19.67	1.24%
4	Pasar Burung	16.44	16.38	0.38%
5	Kutho Bedah	15.99	15.92	0.44%
6	Kol. Sugiono	15.18	15.65	3.09%
7	Bumi Ayu	11.22	11.60	3.35%
Rata-rata				1.870%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.65. Kesalahan Relatif Parameter Nitrate Tahun 2015

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	3.80	3.80	3.80
2	UMM	3.78	3.78	3.80
3	Suhat	3.69	3.69	3.68
4	Pasar Burung	2.78	2.78	2.74
5	Kutho Bedah	2.77	2.77	2.74
6	Kol. Sugiono	2.74	2.74	2.72
7	Bumi Ayu	1.90	1.90	2.03
Rata-rata				1.554%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.66. Kesalahan Relatif Parameter pH Tahun 2015

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	8.09	6.80	15.95%
2	UMM	7.90	6.80	13.87%
3	Suhat	7.80	7.25	7.04%
4	Pasar Burung	7.62	7.25	4.85%
5	Kutho Bedah	7.70	7.24	5.92%
6	Kol. Sugiono	7.40	7.25	2.08%
7	Bumi Ayu	7.50	7.24	3.44%
Rata-rata				7.591%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Dari hasil perhitungan kesalahan relatif pada Tabel 4.61. sampai dengan Tabel 4.66. pada tahun 2015 didapatkan hasil Kr tertinggi terdapat pada parameter DO yaitu sebesar 9.620% dan Kr terendah terdapat pada parameter Nitrate sebesar 1.554%. Dan nilai kesalahan relative rata-rata pada tahun 2015 sebesar **4.256%**

Kesalahan relatif untuk tiap parameter untuk Tahun 2016 menggunakan koefisien 2015 dapat dilihat pada Tabel 4.67. sampai dengan Tabel 4.72

Tabel 4.67. Kesalahan Relatif Parameter TSS Tahun 2016 menggunakan koefisien 2015

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	97.40	97.40	0.00%
2	UMM	74.25	97.33	31.08%
3	Suhat	44.80	53.88	20.28%
4	Pasar Burung	39.10	30.25	22.65%
5	Kutho Bedah	30.81	30.24	1.83%
6	Kol. Sugiono	22.74	28.82	26.75%
7	Bumi Ayu	22.93	28.58	24.66%
Rata-rata				18.179%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.68 Kesalahan Relatif Parameter DO Tahun 2016 menggunakan koefisien 2015

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	6.30	6.30	0.00%
2	UMM	7.70	6.30	18.24%
3	Suhat	6.05	7.11	17.46%
4	Pasar Burung	7.01	7.08	1.03%
5	Kutho Bedah	7.60	7.00	7.93%
6	Kol. Sugiono	7.27	6.98	4.04%
7	Bumi Ayu	6.82	6.90	1.19%
Rata-rata				7.128%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.69. Kesalahan Relatif Parameter BOD Tahun 2016 menggunakan koefisien 2015

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	3.45	3.45	0.00%
2	UMM	3.40	3.45	1.38%
3	Suhat	3.36	3.56	5.92%
4	Pasar Burung	3.34	3.55	6.26%
5	Kutho Bedah	3.29	3.47	5.53%
6	Kol. Sugiono	3.23	3.56	10.29%
7	Bumi Ayu	2.99	3.52	17.62%
Rata-rata				6.714%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.70. Kesalahan Relatif Parameter COD Tahun 2016 menggunakan koefisien 2015

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	12.45	12.45	0.00%
2	UMM	11.15	11.29	1.26%
3	Suhat	10.79	10.12	6.24%
4	Pasar Burung	10.89	8.42	22.69%
5	Kutho Bedah	10.42	8.19	21.40%
6	Kol. Sugiono	10.17	8.37	17.69%
7	Bumi Ayu	8.23	6.22	24.48%
Rata-rata				13.396%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.71. Kesalahan Relatif Parameter Nitrate Tahun 2016 menggunakan koefisien 2015

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	4.09	4.09	0.00%
2	UMM	3.23	4.09	26.62%
3	Suhat	2.94	3.92	33.28%
4	Pasar Burung	2.76	2.53	8.40%
5	Kutho Bedah	2.72	2.53	7.05%
6	Kol. Sugiono	2.66	2.51	5.76%
7	Bumi Ayu	2.39	1.66	30.47%
Rata-rata				15.939%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.72. Kesalahan Relatif Parameter pH Tahun 2016 menggunakan koefisien 2015

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	6.80	6.80	0.00%
2	UMM	7.75	6.80	12.20%
3	Suhat	8.20	7.26	11.50%
4	Pasar Burung	7.75	7.26	6.36%
5	Kutho Bedah	8.20	7.25	11.54%
6	Kol. Sugiono	8.15	7.26	10.97%
7	Bumi Ayu	8.29	7.25	12.50%
Rata-rata				9.295%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Dari hasil perhitungan kesalahan relatif pada Tabel 4.67. sampai dengan Tabel 4.72. pada tahun Rerata didapatkan hasil Kr tertinggi terdapat pada parameter TSS yaitu sebesar 18.179% dan Kr terendah terdapat pada parameter BOD sebesar 6.714 Dan nilai kesalahan relative rata-rata pada tahun Rerata sebesar **11.775%**

Kesalahan relatif untuk tiap parameter untuk Tahun 2015 menggunakan koefisien 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.73. sampai dengan Tabel 4.78

Tabel 4.73. Kesalahan Relatif Parameter TSS Tahun 2015 menggunakan koefisien 2016

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	43.91	43.91	0.00%
2	UMM	43.85	33.31	24.04%
3	Suhat	24.65	20.86	15.36%
4	Pasar Burung	13.68	17.36	26.87%
5	Kutho Bedah	13.90	13.58	2.31%
6	Kol. Sugiono	12.52	10.97	12.37%
7	Bumi Ayu	12.48	10.14	18.72%
Rata-rata				14.238%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.74 Kesalahan Relatif Parameter DO Tahun 2015 menggunakan koefisien 2016

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	8.81	8.81	0.00%
2	UMM	7.25	8.72	20.27%
3	Suhat	7.05	7.97	13.06%
4	Pasar Burung	7.18	7.84	9.20%
5	Kutho Bedah	6.75	7.71	14.26%
6	Kol. Sugiono	7.38	7.43	0.67%
7	Bumi Ayu	7.15	7.18	0.48%
Rata-rata				8.278%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.75. Kesalahan Relatif Parameter BOD Tahun 2015 menggunakan koefisien 2016

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	5.45	5.45	0.00%
2	UMM	5.73	5.37	6.22%
3	Suhat	5.33	5.49	2.93%
4	Pasar Burung	5.60	5.37	4.05%
5	Kutho Bedah	5.08	5.25	3.41%
6	Kol. Sugiono	5.60	5.07	9.41%
7	Bumi Ayu	5.22	4.86	6.93%
Rata-rata				4.708%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.76. Kesalahan Relatif Parameter COD Tahun 2015 menggunakan koefisien 2016

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	25.21	25.21	0.00%
2	UMM	23.99	22.54	6.04%
3	Suhat	19.92	22.36	12.24%
4	Pasar Burung	16.44	22.39	36.18%
5	Kutho Bedah	15.99	21.67	35.54%
6	Kol. Sugiono	15.18	21.47	41.44%
7	Bumi Ayu	11.22	17.48	55.81%
Rata-rata				26.750%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.77. Kesalahan Relatif Parameter Nitrate Tahun 2015 menggunakan koefisien 2016

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	3.80	3.80	0.00%
2	UMM	3.78	3.58	5.32%
3	Suhat	3.69	3.37	8.60%
4	Pasar Burung	2.78	3.24	16.59%
5	Kutho Bedah	2.77	3.15	13.71%
6	Kol. Sugiono	2.74	3.10	13.13%
7	Bumi Ayu	1.90	2.89	52.26%
Rata-rata				15.657%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.78. Kesalahan Relatif Parameter pH Tahun 2015 menggunakan koefisien 2016

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	8.09	6.80	15.95%
2	UMM	7.90	6.80	13.89%
3	Suhat	7.80	7.25	6.99%
4	Pasar Burung	7.62	7.25	4.87%
5	Kutho Bedah	7.70	7.24	5.93%
6	Kol. Sugiono	7.40	7.23	2.26%
7	Bumi Ayu	7.50	7.22	3.69%
Rata-rata				7.652%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Dari hasil perhitungan kesalahan relatif pada Tabel 4.73. sampai dengan Tabel 4.78. pada tahun 2015 menggunakan koefisien 2016 didapatkan hasil Kr tertinggi terdapat pada parameter COD yaitu sebesar 26.750% dan Kr terendah terdapat pada parameter BOD sebesar 4.708%. Dan nilai kesalahan relative rata-rata pada tahun Rerata sebesar **12.880%**

Kesalahan relatif untuk tiap parameter untuk Tahun 2016 menggunakan koefisien rerata dapat dilihat pada Tabel 4.79. sampai dengan Tabel 4.84

Tabel 4.79 Kesalahan Relatif Parameter TSS Tahun 2016 menggunakan koefisien rerata

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	97.40	97.40	0.00%
2	UMM	74.25	84.00	13.13%
3	Suhat	44.80	49.13	9.65%
4	Pasar Burung	39.10	32.92	15.80%
5	Kutho Bedah	30.81	28.90	6.20%
6	Kol. Sugiono	22.74	25.11	10.41%
7	Bumi Ayu	22.93	24.01	4.71%
Rata-rata				8.558%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.80 Kesalahan Relatif Parameter DO Tahun 2016 menggunakan koefisien rerata

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	6.30	6.30	0.00%
2	UMM	7.70	6.28	18.49%
3	Suhat	6.05	7.14	18.07%
4	Pasar Burung	7.01	7.09	1.16%
5	Kutho Bedah	7.60	7.01	7.79%
6	Kol. Sugiono	7.27	6.91	5.01%
7	Bumi Ayu	6.82	6.79	0.43%
Rata-rata				7.277%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.81. Kesalahan Relatif Parameter BOD Tahun 2016 menggunakan koefisien rerata

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	3.45	3.45	0.00%
2	UMM	3.40	3.42	0.72%
3	Suhat	3.36	3.57	6.21%
4	Pasar Burung	3.34	3.53	5.67%
5	Kutho Bedah	3.29	3.45	4.94%
6	Kol. Sugiono	3.23	3.46	7.10%
7	Bumi Ayu	2.99	3.37	12.63%
Rata-rata				5.325%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.82 Kesalahan Relatif Parameter COD Tahun 2016 menggunakan koefisien rerata

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	12.45	12.45	0.00%
2	UMM	11.15	11.20	0.47%
3	Suhat	10.79	10.77	0.16%
4	Pasar Burung	10.89	9.80	9.99%
5	Kutho Bedah	10.42	9.51	8.69%
6	Kol. Sugiono	10.17	9.71	4.53%
7	Bumi Ayu	8.23	7.55	8.31%
Rata-rata				4.593%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.83. Kesalahan Relatif Parameter Nitrate Tahun 2016 menggunakan koefisien rerata

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	4.09	4.09	0.00%
2	UMM	3.23	3.60	11.36%
3	Suhat	2.94	3.37	14.63%
4	Pasar Burung	2.76	2.58	6.46%
5	Kutho Bedah	2.72	2.54	6.67%
6	Kol. Sugiono	2.66	2.50	5.86%
7	Bumi Ayu	2.39	1.90	20.43%
Rata-rata				9.346%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.84 Kesalahan Relatif Parameter pH Tahun 2016 menggunakan koefisien rerata

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	6.80	6.80	0.00%
2	UMM	7.75	6.80	12.20%
3	Suhat	8.20	7.26	11.49%
4	Pasar Burung	7.75	7.26	6.37%
5	Kutho Bedah	8.20	7.25	11.55%
6	Kol. Sugiono	8.15	7.25	11.04%
7	Bumi Ayu	8.29	7.25	12.59%
Rata-rata				9.321%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Dari hasil perhitungan kesalahan relatif pada Tabel 4.79. sampai dengan Tabel 4.84. pada tahun 2016 menggunakan koefisien rerata didapatkan hasil Kr tertinggi terdapat pada parameter Nitrate yaitu sebesar 9.346% dan Kr terendah terdapat pada parameter COD sebesar 4.539%. Dan nilai kesalahan relative rata-rata pada tahun Rerata sebesar **7.403%**

Kesalahan relatif untuk tiap parameter untuk Tahun 2015 menggunakan koefisien rerata dapat dilihat pada Tabel 4.85. sampai dengan Tabel 4.90

Tabel 4.85. Kesalahan Relatif Parameter TSS Tahun 2015 menggunakan koefisien rerata

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	43.91	43.91	0.00%
2	UMM	43.85	37.87	13.63%
3	Suhat	24.65	22.36	9.29%
4	Pasar Burung	13.68	14.99	9.58%
5	Kutho Bedah	13.90	13.16	5.30%
6	Kol. Sugiono	12.52	11.59	7.45%
7	Bumi Ayu	12.48	11.10	11.08%
Rata-rata				8.049%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.86 Kesalahan Relatif Parameter DO Tahun 2015 menggunakan koefisien rerata

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	8.81	8.81	0.00%
2	UMM	7.25	8.75	20.72%
3	Suhat	7.05	7.93	12.52%
4	Pasar Burung	7.18	7.85	9.32%
5	Kutho Bedah	6.75	7.72	14.38%
6	Kol. Sugiono	7.38	7.56	2.38%
7	Bumi Ayu	7.15	7.37	3.14%
Rata-rata				8.924%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.87. Kesalahan Relatif Parameter BOD Tahun 2015 menggunakan koefisien rerata

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	5.45	5.45	0.00%
2	UMM	5.73	5.41	5.65%
3	Suhat	5.33	5.47	2.62%
4	Pasar Burung	5.60	5.40	3.52%
5	Kutho Bedah	5.08	5.28	3.98%
6	Kol. Sugiono	5.60	5.22	6.79%
7	Bumi Ayu	5.22	5.07	2.90%
Rata-rata				3.637%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.88 Kesalahan Relatif Parameter COD Tahun 2015 menggunakan koefisien rerata

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	25.21	25.21	0.00%
2	UMM	23.99	22.71	5.32%
3	Suhat	19.92	20.92	5.01%
4	Pasar Burung	16.44	19.02	15.68%
5	Kutho Bedah	15.99	18.45	15.37%
6	Kol. Sugiono	15.18	18.20	19.90%
7	Bumi Ayu	11.22	14.12	25.85%
Rata-rata				12.447%

Sumber : Hasil Perhitungan(2017)

Tabel 4.89. Kesalahan Relatif Parameter Nitrate Tahun 2015 menggunakan koefisien rerata

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	3.80	3.80	0.00%
2	UMM	3.78	3.69	2.39%
3	Suhat	3.69	3.52	4.53%
4	Pasar Burung	2.78	2.95	6.28%
5	Kutho Bedah	2.77	2.92	5.51%
6	Kol. Sugiono	2.74	2.89	5.39%
7	Bumi Ayu	1.90	2.36	24.30%
Rata-rata				6.916%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 4.90 Kesalahan Relatif Parameter pH Tahun 2015 menggunakan koefisien rerata

No	Segmen	Data Eksisting	Data Model	Kesalahan Relatif
		mg/l	mg/l	mg/l
1	Pendem	8.09	6.80	15.95%
2	UMM	7.90	6.80	13.88%
3	Suhat	7.80	7.25	7.02%
4	Pasar Burung	7.62	7.25	4.86%
5	Kutho Bedah	7.70	7.24	5.93%
6	Kol. Sugiono	7.40	7.24	2.18%
7	Bumi Ayu	7.50	7.23	3.58%
Rata-rata				7.629%

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Dari hasil perhitungan kesalahan relatif pada Tabel 4.85. sampai dengan Tabel 4.90. pada tahun 2015 menggunakan koefisien rerata didapatkan hasil Kr tertinggi terdapat pada parameter COD yaitu sebesar 12.447% dan Kr terendah terdapat pada parameter BOD sebesar 3.637%. Dan nilai kesalahan relative rata-rata pada tahun Rerata sebesar **7.934%**

4.5 Penggunaan Simulasi Kualitas Air Sungai

Simulasi merupakan langkah yang dilakukan untuk memperkirakan kualitas air sungai, dalam penelitian ini, simulasi yang akan digunakan ada 4. Simulasi yang akan dilakukan dengan menggunakan data eksisting dan kondisi sesuai baku mutu air kelas II. Kualitas air pada hulu sungai diinput ke dalam *worksheet headwater* pada QUAL2Kw. Hasil simulasi dari program akan ditampilkan dari *worksheet WQ Output* yang merupakan hasil dari simulasi data untuk pembentukan grafik kualitas air sungai dan *worksheet source summary* yang merupakan hasil simulasi data debit dan kualitas pencemar yang ada pada per segmen sungai. Hasil perhitungan dari *worksheet source summary* akan digunakan pada perhitungan beban pencemaran. Perhitungan daya tampung dilakukan dengan mendapatkan selisih dari beban pencemaran saat beban penuh dengan beban minimum sungai tanpa adanya beban pencemaran dimana badan air melakukan *self-purification*.

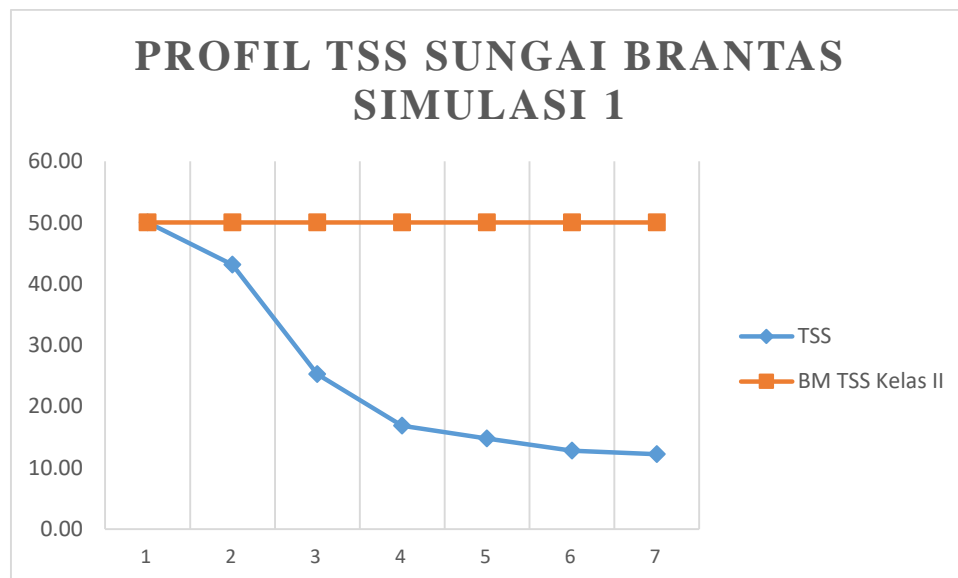
4.5.1 Simulasi 1

Pada simulasi 1 ini data pada hulu sungai brantas akan disesuaikan dengan baku mutu air kelas II. Beban pencemar *point sources* akan dihilangkan, sedangkan beban pencemar *non point sources* segmen pemukiman dianggap sama dengan kondisi eksisting. Data-data sampling pada *worksheet WQ Data* dan *Hydraulics Data* dihilangkan. Hasil dari simulasi 1 ini menunjukkan kondisi kualitas air pada kondisi tanpa sumber pencemar memenuhi baku mutu air kelas II. Berikut adalah Tabel 4.91. sampai Tabel 4.96. perbandingan hasil simulasi dengan baku mutu air kelas II.

Tabel 4.91 Perbandingan Hasil Simulasi 1 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter TSS

Reach	X	TSS	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	50.00	50
2	17.800	43.12	50
3	12.810	25.24	50
4	8.280	16.84	50
5	5.900	14.76	50
6	3.520	12.75	50
Hilir	0.000	12.18	50

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

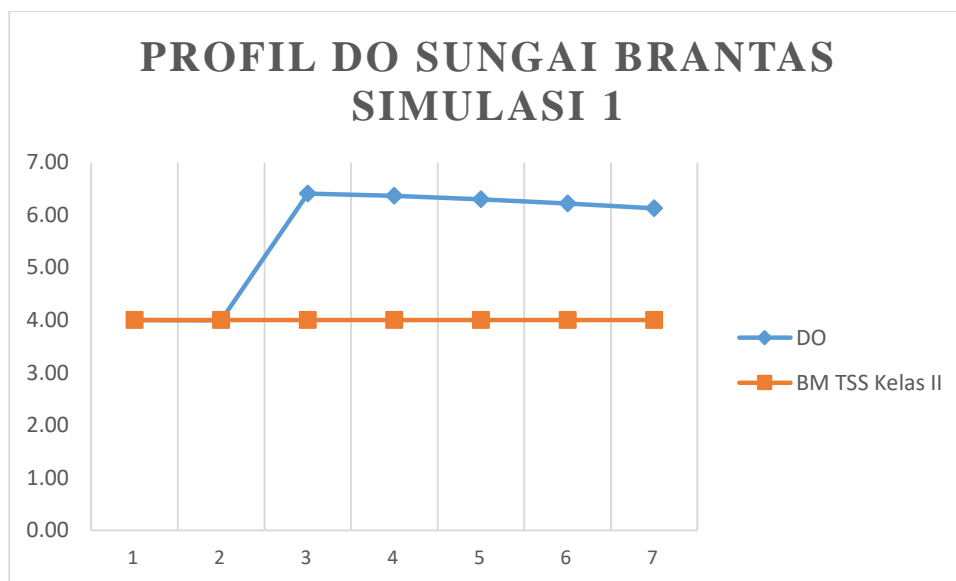


Gambar 4.47. Profil Parameter TSS Sungai Brantas Simulasi 1
Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.92 Perbandingan Hasil Simulasi 1 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter DO

Reach	X	DO	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	4.00	4
2	17.800	4.00	4
3	12.810	6.41	4
4	8.280	6.37	4
5	5.900	6.30	4
6	3.520	6.22	4
Hilir	0.000	6.13	4

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



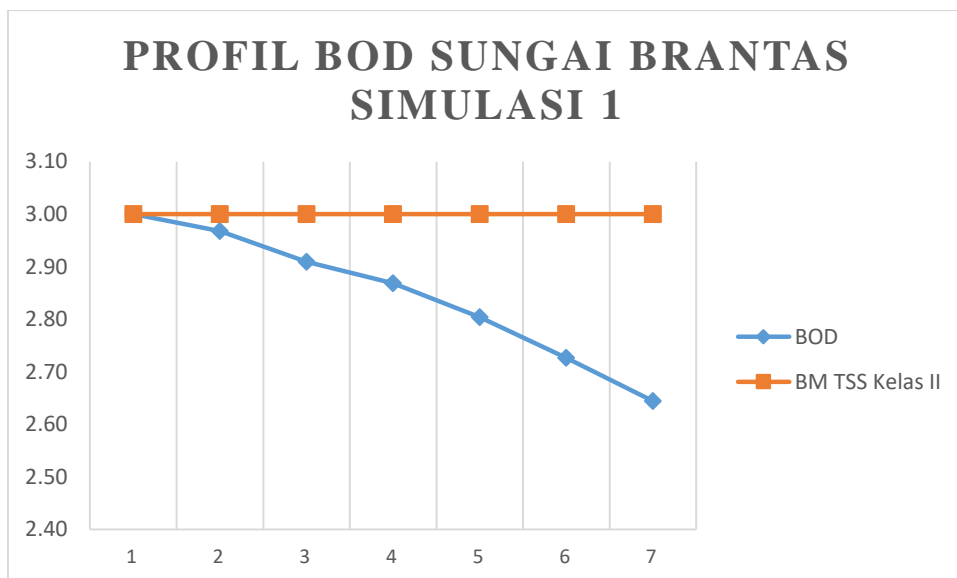
Gambar 4.48. Profil Parameter DO Sungai Brantas Simulasi 1

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.93 Perbandingan Hasil Simulasi 1 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter BOD

Reach	X	BOD	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	3.00	3
2	17.800	2.97	3
3	12.810	2.91	3
4	8.280	2.87	3
5	5.900	2.80	3
6	3.520	2.73	3
Hilir	0.000	2.64	3

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



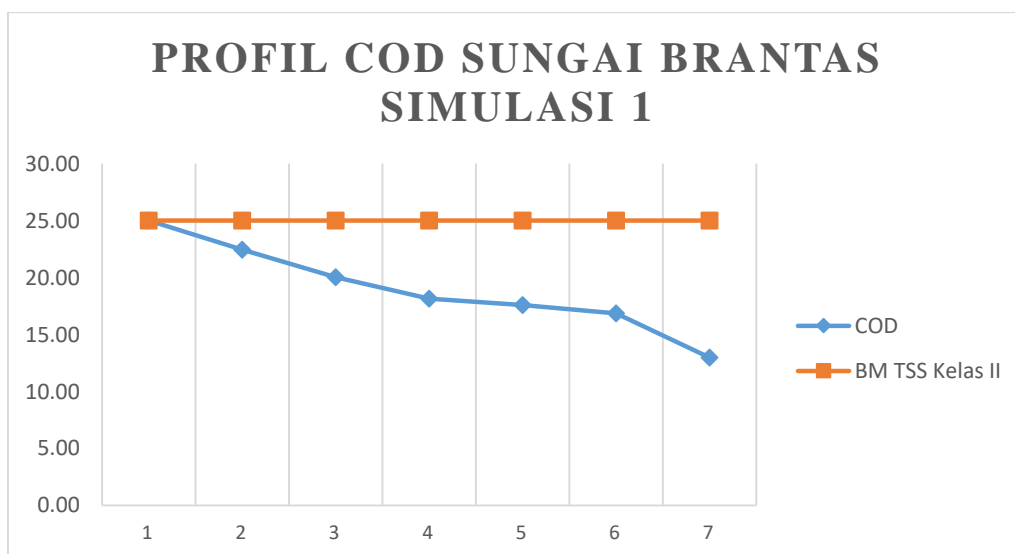
Gambar 4.49. Profil Parameter BOD Sungai Brantas Simulasi 1

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.94 Perbandingan Hasil Simulasi 1 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter COD

Reach	X	COD	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	25.00	25
2	17.800	22.46	25
3	12.810	20.05	25
4	8.280	18.16	25
5	5.900	17.59	25
6	3.520	16.86	25
Hilir	0.000	12.98	25

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



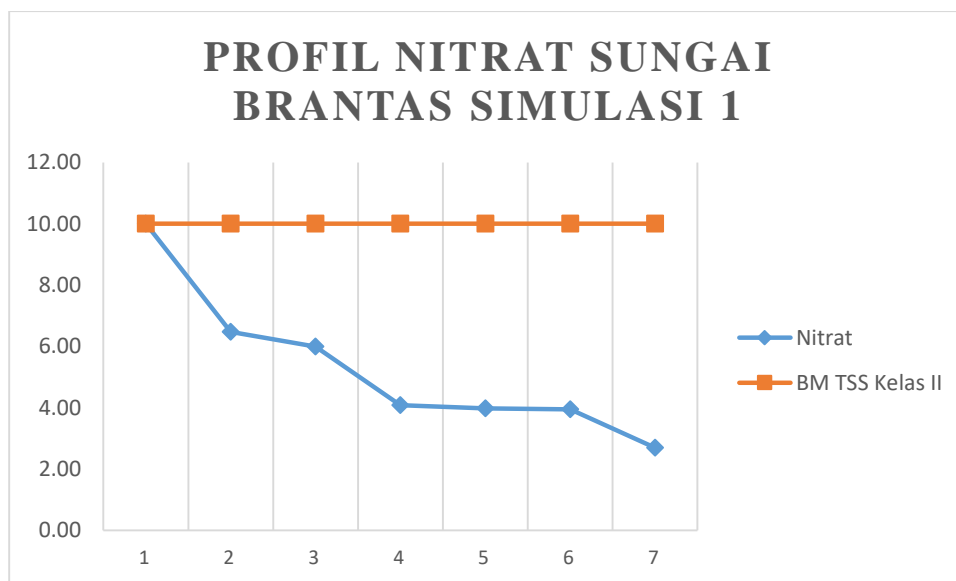
Gambar 4.49. Profil Parameter COD Sungai Brantas Simulasi 1

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.95 Perbandingan Hasil Simulasi 1 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter Nitrat

Reach	X	Nitrat	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	10.00	10
2	17.800	6.50	10
3	12.810	6.01	10
4	8.280	4.08	10
5	5.900	3.98	10
6	3.520	3.95	10
Hilir	0.000	2.68	10

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



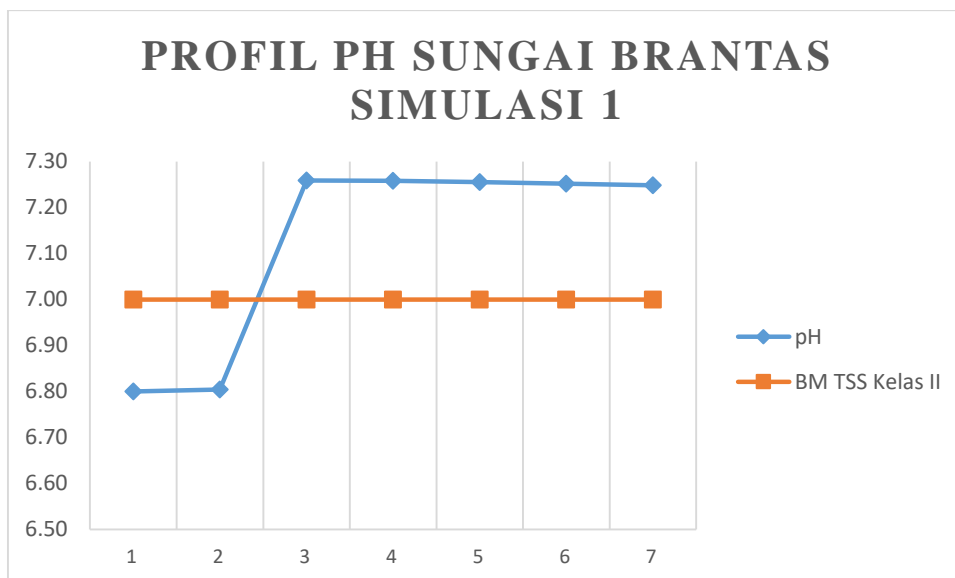
Gambar 4.51. Profil Parameter Nitrat Sungai Brantas Simulasi 1

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.96 Perbandingan Hasil Simulasi 1 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter pH

Reach	X	pH	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	6.80	7.00
2	17.800	6.80	7.00
3	12.810	7.26	7.00
4	8.280	7.26	7.00
5	5.900	7.25	7.00
6	3.520	7.25	7.00
Hilir	0.000	7.25	7.00

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



Gambar 4.52. Profil Parameter pH Sungai Brantas Simulasi 1

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.97 Rekapitulasi Perbandingan WQ Output dan Baku Mutu Air kelas II

Distance (km)	TSS (mg/l)	BMA (mg/l)	DO (mg/l)	BMA (mg/l)	BOD (mg/l)	BMA (mg/l)	COD (mg/l)	BMA (mg/l)	Nitrat (mg/l)	BMA (mg/l)	pH (mg/l)	BMA (mg/l)
21.570	50.00		4.00		3.00		25.00		10.00		6.80	
17.800	43.12		4.00		2.97		22.46		6.50		6.80	
12.810	25.24		6.41		2.91		20.05		6.01		7.26	
8.280	16.84	50	6.37	4	2.87	3	18.16	25	4.08	10	7.26	(6-9)
5.900	14.76		6.30		2.80		17.59		3.98		7.25	
3.520	12.75		6.22		2.73		16.86		3.95		7.25	
0.000	12.18		6.13		2.64		12.98		2.68		7.25	

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Dari hasil simulasi 1 menunjukkan bahwa kondisi kualitas air sungai memenuhi baku mutu air kelas II untuk semua parameter. Hal ini dikarenakan dalam kondisi tanpa beban pencemar. Tujuan adanya simulasi 1 yang memenuhi baku mutu air kelas II adalah untuk mengetahui beban pencemaran pada saat kondisi minimum dan untuk mengetahui purifikasi alamiah sungai apabila tanpa ada masukan beban pencemaran.

4.5.2 Simulasi 2

Simulasi 2 ini didasarkan pada nilai parameter kualitas air yang sesuai dengan baku mutu air kelas II menurut PP No. 82 Tahun 2001. Pada kondisi eksisting, nilai parameter kualitas air sungai terdapat beberapa parameter yang melebihi baku mutu air kelas II. Parameter-parameter tersebut akan disesuaikan dengan baku mutu sungai kelas II. Simulasi 2 ini akan menggunakan nilai maksimum baku mutu air limbah domestik pada nilai sumber pencemar *diffuse source*, dan untuk sumber pencemar *point sources* dianggap sama dengan

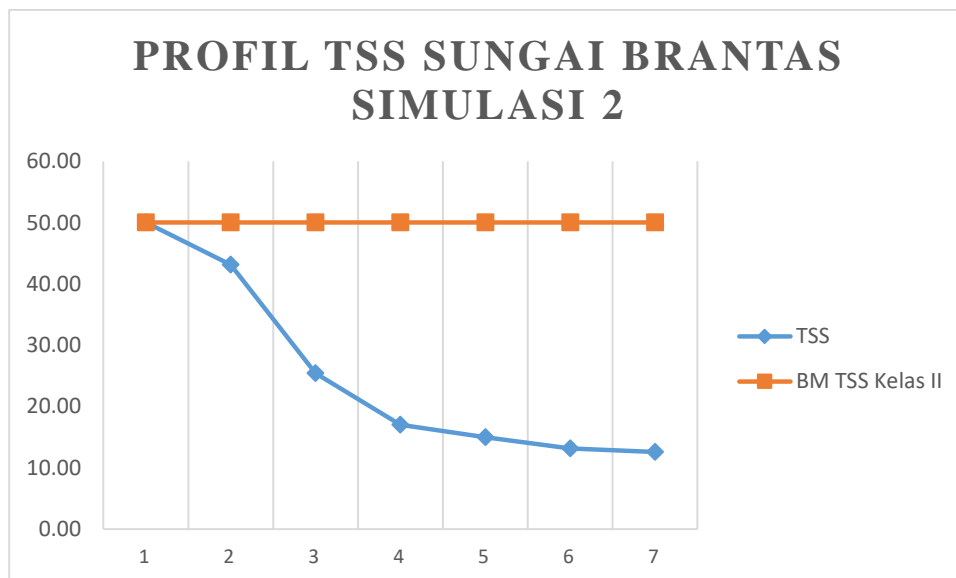
kondisi eksisting dengan debit minimum. Setelah di *running*, aplikasi ini akan menghasilkan model pada *sheet WQ Output*, jika model masih ada di atas baku mutu maka sumber pencemar *diffuse source* di-*trial and error* sampai menghasilkan model yang memenuhi baku mutu.

Pada simulasi 2 ini didapatkan hasil bahwa semua parameter kualitas air memenuhi baku mutu air kelas II dan kualitas air yang dihasilkan lebih baik dari kondisi eksisting. Hal tersebut dikarenakan kualitas air di hulu Sungai Brantas dalam kondisi memenuhi baku mutu. Berikut adalah hasil dari simulasi 2 pada Tabel 4.98 sampai dengan Tabel. 4.103

Tabel 4.98 Perbandingan Hasil Simulasi 2 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter TSS

Reach	X	TSS	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	50.00	50
2	17.800	43.12	50
3	12.810	25.41	50
4	8.280	17.03	50
5	5.900	14.95	50
6	3.520	13.13	50
Hilir	0.000	12.57	50

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



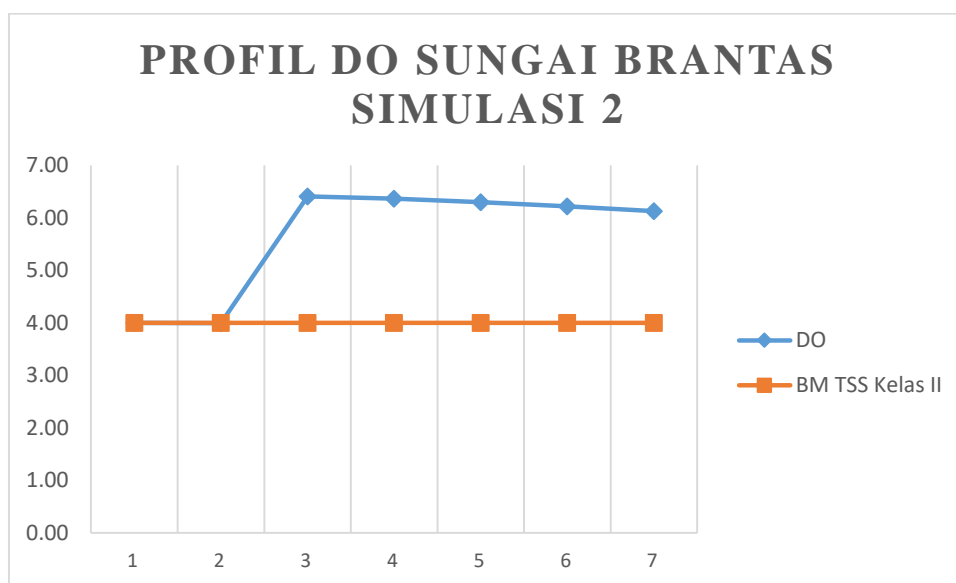
Gambar 4.53. Profil Parameter TSS Sungai Brantas Simulasi 2

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.99 Perbandingan Hasil Simulasi 2 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter DO

Reach	X	DO	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	4.00	4
2	17.800	4.00	4
3	12.810	6.41	4
4	8.280	6.37	4
5	5.900	6.30	4
6	3.520	6.22	4
Hilir	0.000	6.12	4

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



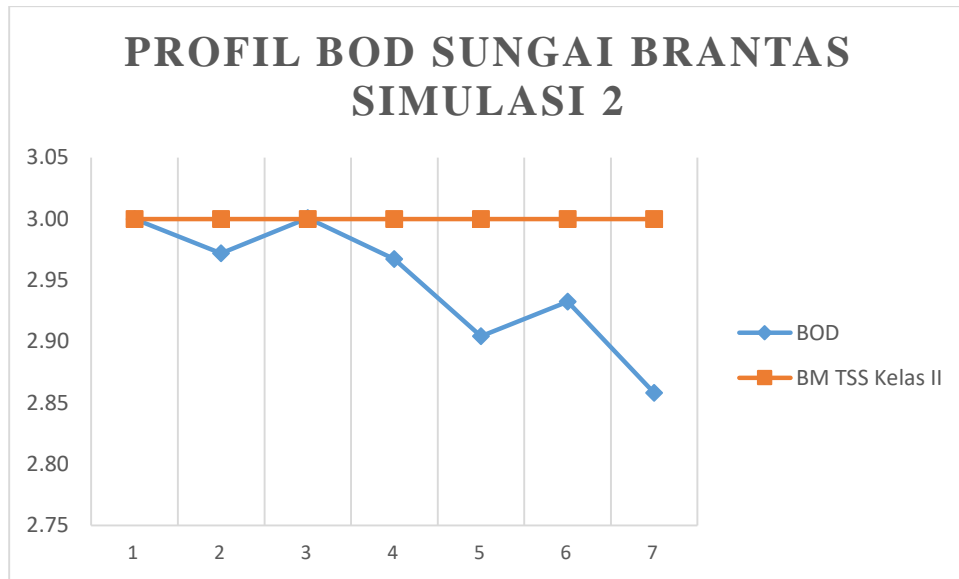
Gambar 4.54. Profil Parameter DO Sungai Brantas Simulasi 2

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.100 Perbandingan Hasil Simulasi 2 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter BOD

Reach	X	BOD	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	3.00	3
2	17.800	2.97	3
3	12.810	3.00	3
4	8.280	2.97	3
5	5.900	2.90	3
6	3.520	2.93	3
Hilir	0.000	2.86	3

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



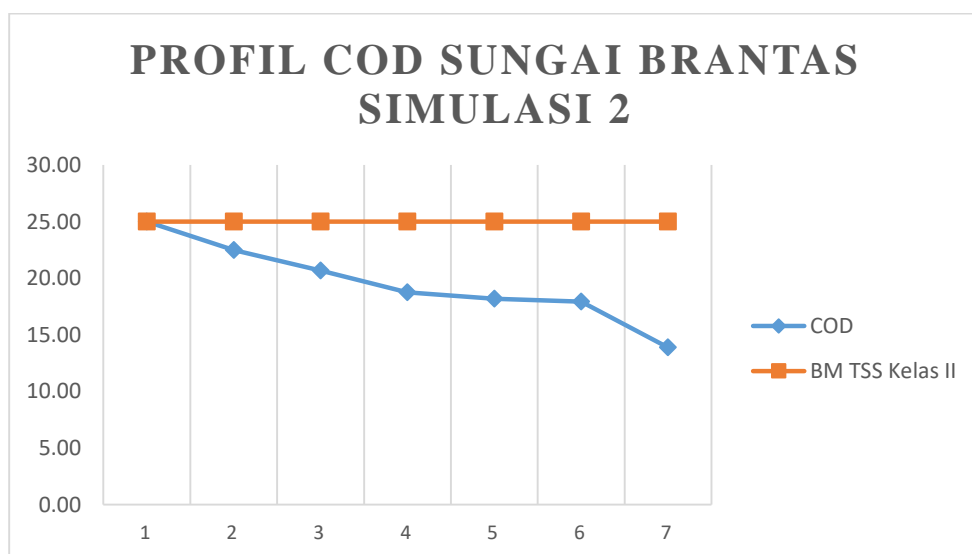
Gambar 4.55. Profil Parameter BOD Sungai Brantas Simulasi 2

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.101 Perbandingan Hasil Simulasi 2 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter COD

Reach	X	COD	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	25.00	25
2	17.800	22.47	25
3	12.810	20.66	25
4	8.280	18.75	25
5	5.900	18.18	25
6	3.520	17.93	25
Hilir	0.000	13.87	25

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

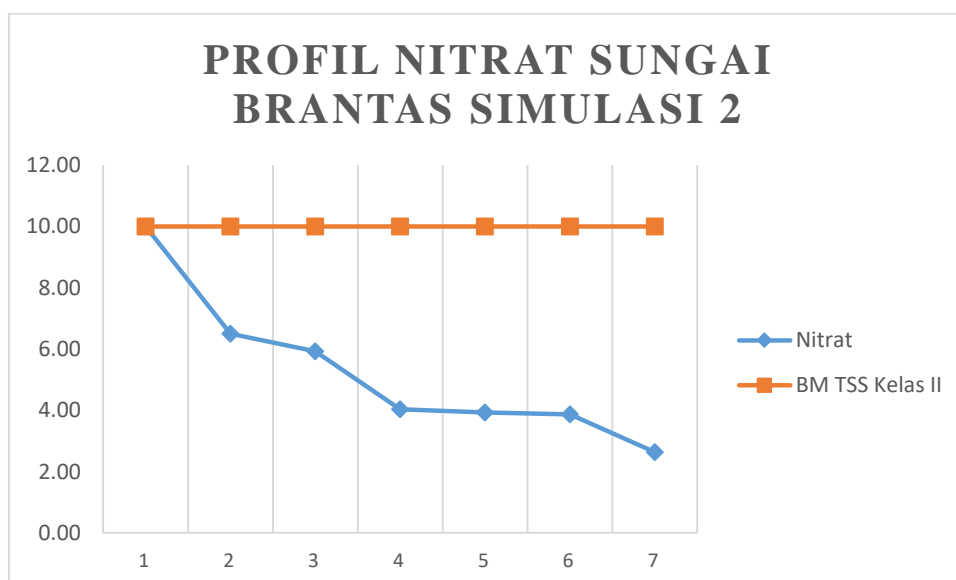


Gambar 4.56. Profil Parameter COD Sungai Brantas Simulasi 2
Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.102 Perbandingan Hasil Simulasi 2 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter Nitrat

Reach	X	Nitrat	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	10.00	10
2	17.800	6.50	10
3	12.810	5.93	10
4	8.280	4.03	10
5	5.900	3.93	10
6	3.520	3.87	10
Hilir	0.000	2.63	10

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

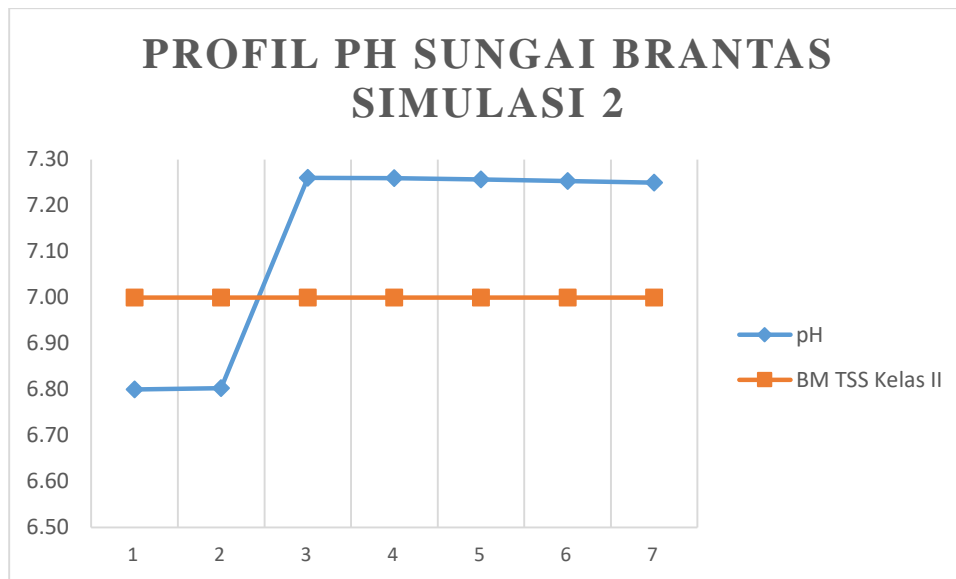


Gambar 4.57. Profil Parameter Nitrat Sungai Brantas Simulasi 2
Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.103 Perbandingan Hasil Simulasi 2 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter pH

Reach	X	pH	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	6.80	7.00
2	17.800	6.80	7.00
3	12.810	7.26	7.00
4	8.280	7.26	7.00
5	5.900	7.26	7.00
6	3.520	7.25	7.00
Hilir	0.000	7.25	7.00

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



Gambar 4.58. Profil Parameter pH Sungai Brantas Simulasi 2

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.104 Rekapitulasi Perbandingan WQ Output dan Baku Mutu Air kelas II

Distance (km)	TSS (mg/l)	BMA (mg/l)	DO (mg/l)	BMA (mg/l)	BOD (mg/l)	BMA (mg/l)	COD (mg/l)	BMA (mg/l)	Nitrat (mg/l)	BMA (mg/l)	pH (mg/l)	BMA (mg/l)
21.570	50.00		4.00		3.00		25.00		10.00		6.80	
17.800	43.12		4.00		2.97		22.47		6.50		6.80	
12.810	25.41		6.41		3.00		20.66		5.93		7.26	
8.280	17.03	50	6.37	4	2.97	3	18.75	25	4.03	10	7.26	(6-9)
5.900	14.95		6.30		2.90		18.18		3.93		7.26	
3.520	13.13		6.22		2.93		17.93		3.87		7.25	
0.000	12.57		6.12		2.86		13.87		2.63		7.25	

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Pada Tabel 4.103. terdapat perbandingan antara WQ output dan baku mutu air kelas II, dimana nilai TSS, BOD, DO, COD, Nitrat, dan pH memenuhi baku mutu air kelas II menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, hal ini dikarenakan pada simulasi 2 hulu Sungai Brantas memenuhi baku mutu sungai, dan beban pencemar non point source penuh apabila masih di atas baku mutu maka langkah selanjutnya dilakukan *trial and error* sampai memenuhi baku mutu air kelas II.

4.5.3 Simulasi 3

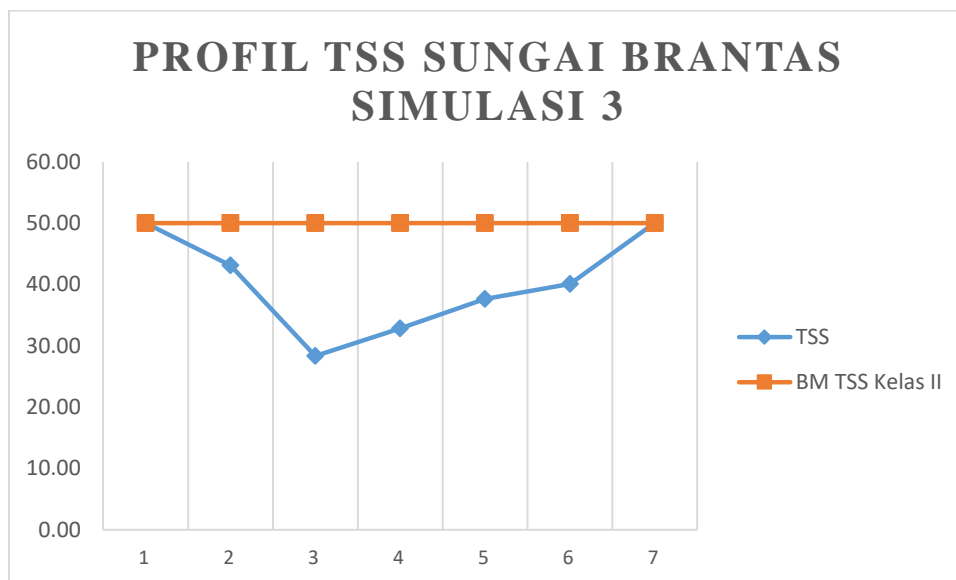
Simulasi 3 ini didasarkan pada nilai parameter kualitas air yang sesuai dengan baku mutu air kelas II menurut PP No. 82 Tahun 2001. Simulasi 3 ini akan menggunakan nilai maksimum baku mutu air limbah domestik pada nilai sumber pencemar *diffuse source*, dan untuk sumber pencemar *point sources* dicoba-coba hingga pada bagian hilir mencapai batas nilai maksimum dari Baku Mutu Kelas II. Sehingga dapat diketahui berapa banyak pabrik

yang boleh ditambah. Berikut adalah hasil dari simulasi 3 pada Tabel 4.105 sampai dengan Tabel. 4.110

Tabel 4.105 Perbandingan Hasil Simulasi 3 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter TSS

Reach	X	TSS	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	50.00	50
2	17.800	43.12	50
3	12.810	28.35	50
4	8.280	32.82	50
5	5.900	37.64	50
6	3.520	40.08	50
Hilir	0.000	50.05	50

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



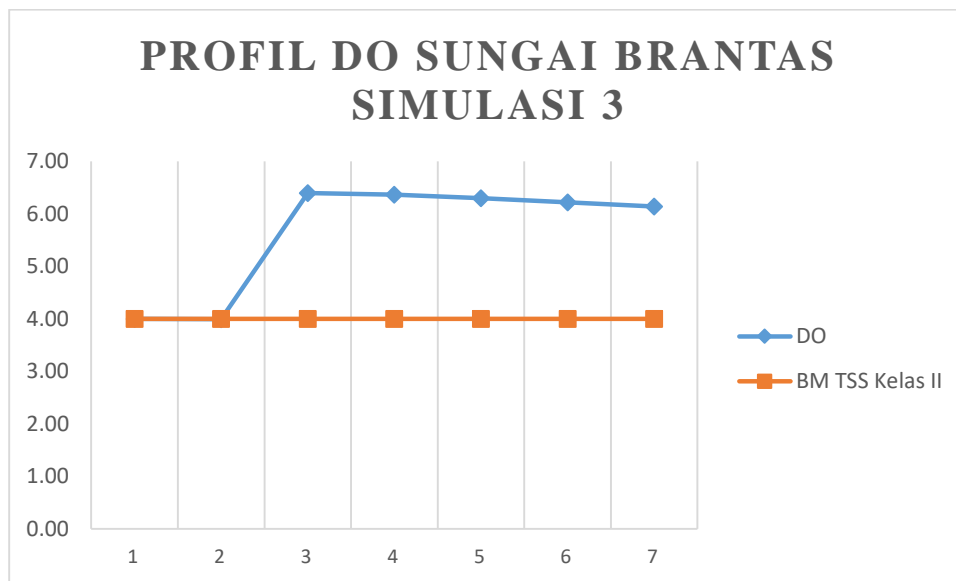
Gambar 4.59. Profil Parameter TSS Sungai Brantas Simulasi 3

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.106 Perbandingan Hasil Simulasi 3 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter DO

Reach	X	DO	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	4.00	4
2	17.800	3.99	4
3	12.810	6.40	4
4	8.280	6.36	4
5	5.900	6.30	4
6	3.520	6.22	4
Hilir	0.000	6.14	4

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



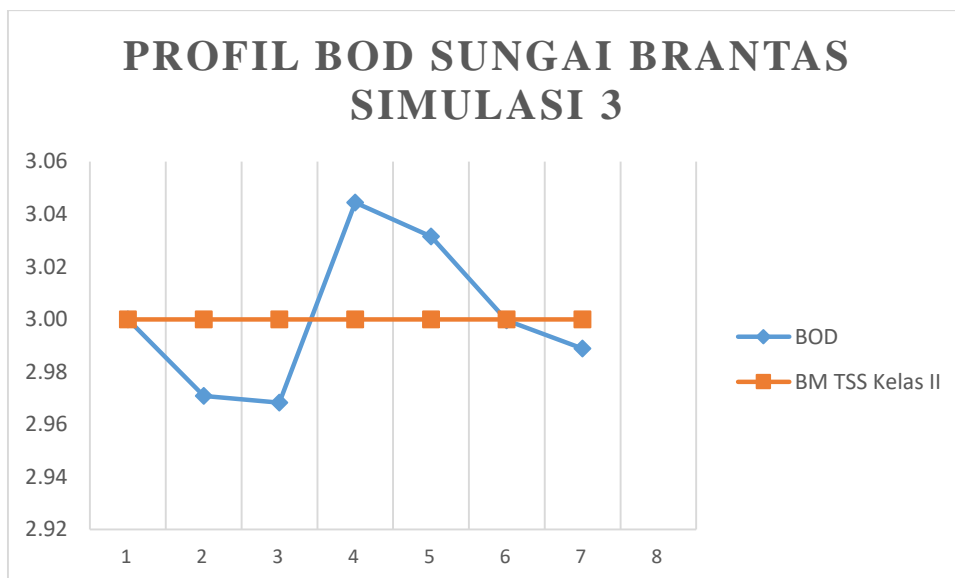
Gambar 4.60. Profil Parameter DO Sungai Brantas Simulasi 3

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.107 Perbandingan Hasil Simulasi 3 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter BOD

Reach	X	BOD	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	3.00	3
2	17.800	2.97	3
3	12.810	2.97	3
4	8.280	3.04	3
5	5.900	3.03	3
6	3.520	3.00	3
Hilir	0.000	2.99	3

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



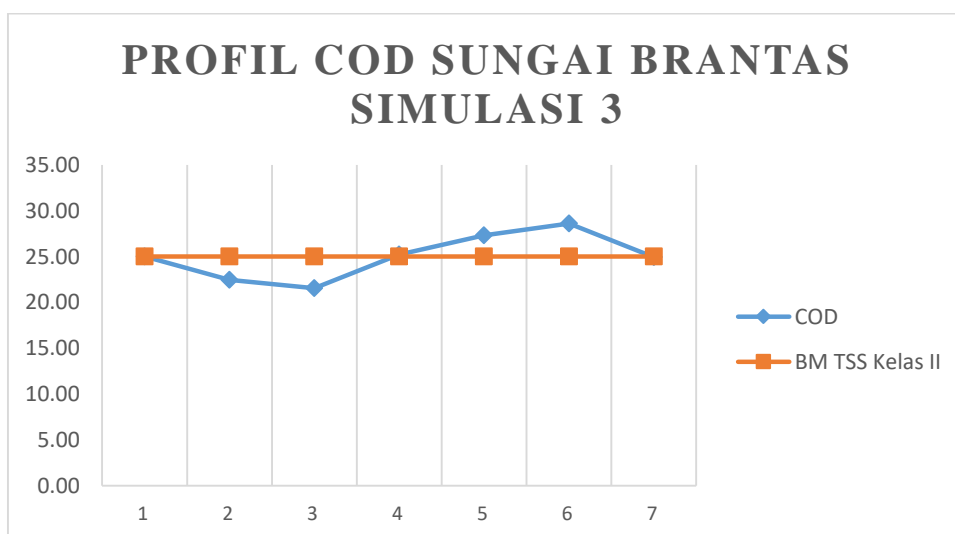
Gambar 4.61. Profil Parameter BOD Sungai Brantas Simulasi 3

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.108 Perbandingan Hasil Simulasi 3 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter COD

Reach	X	COD	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	25.00	25
2	17.800	22.47	25
3	12.810	21.57	25
4	8.280	25.20	25
5	5.900	27.33	25
6	3.520	28.62	25
Hilir	0.000	24.92	25

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



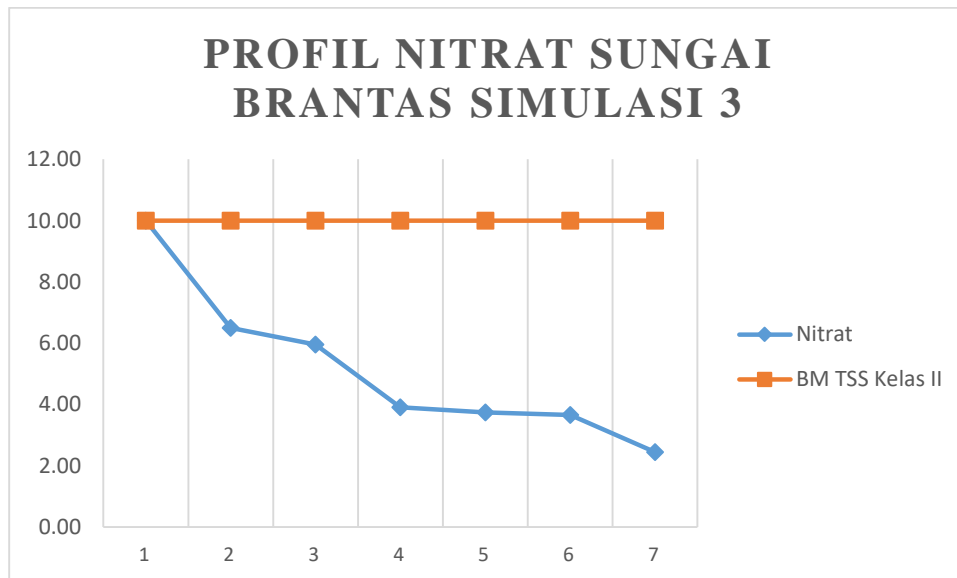
Gambar 4.62. Profil Parameter COD Sungai Brantas Simulasi 3

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.109 Perbandingan Hasil Simulasi 3 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter Nitrat

Reach	X	Nitrat	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	10.00	10
2	17.800	6.50	10
3	12.810	5.95	10
4	8.280	3.90	10
5	5.900	3.74	10
6	3.520	3.66	10
Hilir	0.000	2.44	10

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



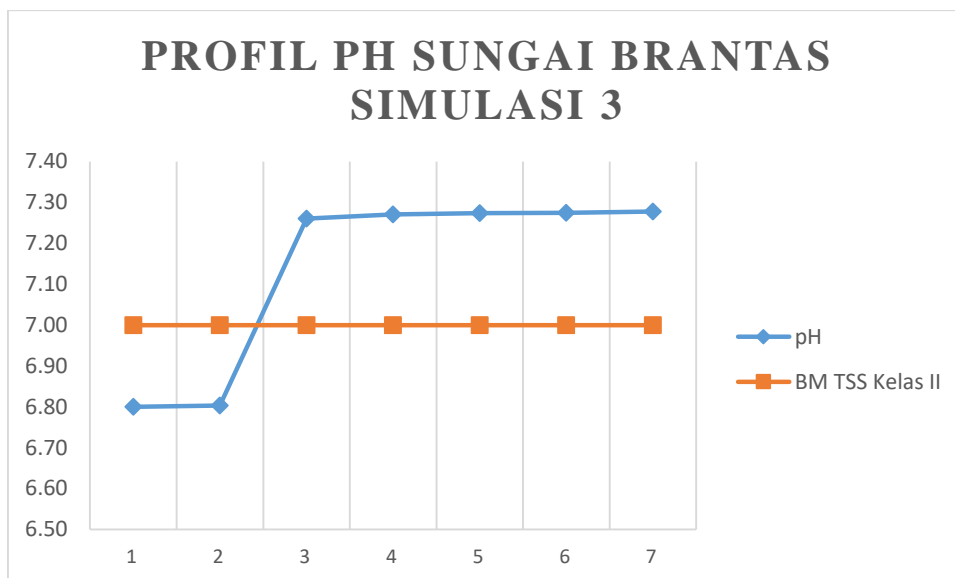
Gambar 4.63. Profil Parameter Nitrat Sungai Brantas Simulasi 3

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.110 Perbandingan Hasil Simulasi 3 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter pH

Reach	X	pH	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	6.80	7.00
2	17.800	6.80	7.00
3	12.810	7.26	7.00
4	8.280	7.27	7.00
5	5.900	7.27	7.00
6	3.520	7.27	7.00
Hilir	0.000	7.28	7.00

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



Gambar 4.64. Profil Parameter pH Sungai Brantas Simulasi 3

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.111 Rekapitulasi Perbandingan WQ Output dan Baku Mutu Air kelas II

Distance (km)	TSS (mg/l)	BMA (mg/l)	DO (mg/l)	BMA (mg/l)	BOD (mg/l)	BMA (mg/l)	COD (mg/l)	BMA (mg/l)	Nitrat (mg/l)	BMA (mg/l)	pH (mg/l)	BMA (mg/l)
21.570	50.00		4.00		3.00		25.00		10.00		6.80	
17.800	43.12		4.00		2.97		22.47		6.50		6.80	
12.810	28.35		6.40		2.97		21.57		5.95		7.26	
8.280	32.82	50	6.36	4	3.04	3	25.20	25	3.90	10	7.27	(6-9)
5.900	37.64		6.30		3.03		27.33		3.74		7.27	
3.520	40.08		6.22		3.00		28.62		3.66		7.27	
0.000	50.05		6.14		2.99		24.92		2.44		7.28	

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Pada Tabel 4.110. terdapat perbandingan antara WQ output dan baku mutu air kelas II, dimana nilai TSS, BOD, DO, COD, Nitrat, dan pH memenuhi baku mutu air kelas II menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, hal ini dikarenakan pada simulasi 3 hulu Sungai Brantas memenuhi baku mutu sungai, dan dari simulasi ini bisa disimpulkan berapa batas sumber pencemar (*point sources*) yang boleh ditambahkan. Pada simulasi 3 ini sumber pencemar boleh ditambah hanya sebanyak 10 sumber pencemar tertentu (*point sources*) sehingga pada bagian hilir mencapai nilai batas dari baku mutu kelas II.

4.5.4 Simulasi 4

Simulasi 4 bertujuan untuk mengetahui kualitas air Sungai Brantas untuk masa yang akan datang. Data yang dimasukkan dalam *worksheet headwater* adalah data kualitas air prediksi 6 tahun. Data debit sumber pencemar *non point source* segmen pemukiman merupakan hasil prediksi dari pertumbuhan penduduk di bantaran Sungai Brantas 6 tahun yang akan datang. Dalam hal ini, prediksi 6 tahun dipilih karena pada PP RI Nomor 82 Tahun

2001 disebutkan bahwa penetapan daya tampung minimal adalah 5 tahun sekali. Sedangkan untuk sumber pencemar tertentu tidak dihitung atau dianggap konstan. Data sumber pencemar limbah domestik baik untuk pemukiman menggunakan data baku mutu limbah domestik sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2016 Nomor P.68.

Pada studi ini peneliti menggunakan cara perhitungan proyeksi penduduk. Pertambahan penduduk dianggap linear, yang artinya setiap tahun penduduk akan bertambah dengan jumlah yang sama. Sebelum menghitung proyeksi jumlah penduduk tiap metode, terlebih dahulu dilakukan perhitungan laju pertumbuhan penduduk. Contoh perhitungan prosentase laju pertumbuhan penduduk di Kota Malang tahun 2013:

$$\begin{aligned}
 r &= \text{jumlah penduduk (2013)} - \text{jumlah penduduk (2012)} \\
 &= 846.702 - 845.252 \\
 &= 1.45 \text{ jiwa} \\
 r(\%) &= \frac{r}{\text{jumlah penduduk (2010)}} \times 100 \\
 &= \frac{1.45}{845.252} \times 100 \\
 &= 0.172 \%
 \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang sama, diperoleh hasil prosentase laju pertumbuhan penduduk di Kota Malang yang disajikan pada Tabel 4.112.

Tabel 4.112 Prosentase Laju Pertumbuhan Penduduk Kota Malang

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertambahan Penduduk	
		Jiwa	r
2012	845.252	-	-
2013	846.702	1.450	0.172
2014	865.306	18.604	2.197
2015	880.708	15.402	1.780
2016	895.387	14.679	1.667
Rata-rata Pertumbuhan Penduduk		12.534	1.454

Sumber: Hasil Perhitungan

a. Proyeksi Penduduk Metode Aritmatik

Perhitungan proyeksi penduduk dengan metode aritmatik dihitung menggunakan persamaan (2-1). Contoh perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk Kota Malang tahun 2013:

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 P_0 &= 845.252 \text{ jiwa (tahun 2012)} \\
 n &= 1 \text{ (proyeksi tahun ke-n)}
 \end{aligned}$$

$$r = 1,45\% \text{ (rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk)}$$

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2013 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_n &= P_0 (1 + rn) \\ &= 845.252 (1 + (1,45\% \cdot 1)) \\ &= 857,539 \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang sama, diperoleh hasil proyeksi jumlah penduduk hingga tahun 2016 yang disajikan pada Tabel 4.113

Tabel 4.113 Proyeksi Jumlah Penduduk dengan Metode Aritmatik

Tahun	Jumlah Penduduk Eksisting	Jumlah Penduduk Metode Aritmatik
2012	845.252	845.252
2013	846.702	857.539
2014	865.306	869.828
2015	880.708	882.116
2016	895.387	894.405

Sumber: Hasil Perhitungan (2017)

b. Proyeksi Penduduk Metode Geometrik

Perhitungan proyeksi penduduk dengan metode geometrik dihitung menggunakan persamaan (2-2). Contoh perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk Kota Malang tahun 2013:

Diketahui:

$$\begin{aligned} P_0 &= 845.252 \text{ jiwa (tahun 2012)} \\ n &= 1 \text{ (proyeksi tahun ke-n)} \\ r &= 1,45\% \end{aligned}$$

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2013 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_n &= P_0 (1 + r)^n \\ &= 845.252 (1 + 1,45\%)^1 \\ &= 857.539 \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang sama, diperoleh hasil proyeksi jumlah penduduk hingga tahun 2016 yang disajikan pada Tabel 4.114.

Tabel 4.114 Proyeksi Jumlah Penduduk metode Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk Eksisting	Jumlah Penduduk Metode Geometrik
2012	845.252	845.252
2013	846.702	857.539
2014	865.306	870.006
2015	880.708	882.655
2016	895.387	895.488

Sumber: Hasil Perhitungan (2017)

c. Proyeksi Penduduk Metode Eksponensial

Perhitungan proyeksi penduduk dengan metode eksponensial dihitung menggunakan persamaan (2-3). Contoh perhitungan proyeksi pertumbuhan Kota Malang tahun 2013:

Diketahui:

$$P_0 = 845.252 \text{ jiwa (tahun 2012)}$$

$$n = 1 \text{ (proyeksi tahun ke-n)}$$

$$r = 1,45\%$$

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2011 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 \cdot e^{r \cdot n} \\
 &= 845.252 \cdot 2,7182818^{1,45\% \cdot 1) \\
 &= 857.629
 \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang sama, diperoleh hasil proyeksi jumlah penduduk hingga tahun 2016 yang disajikan pada Tabel 4.115.

Tabel 4.115 Proyeksi Jumlah Penduduk dengan Metode Eksponensial

Tahun	Jumlah Penduduk Eksisting	Jumlah Penduduk Metode Eksponensial
2012	845.252	845.252
2013	846.702	857.629
2014	865.306	870.188
2015	880.708	882.932
2016	895.387	895.863

Sumber: Hasil Perhitungan (2017)

d. Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

Pemilihan metode proyeksi penduduk berdasarkan cara pengujian statistik yaitu pada nilai standar deviasi yang terkecil dan koefisien korelasi terbesar mendekati +1.

e. Standar Deviasi

Standar deviasi diartikan sebagai nilai atau standar yang menunjukkan besar jarak sebaran terhadap nilai rata-rata. Jadi semakin besar nilai standar deviasi, maka data menjadi kurang akurat. Contoh perhitungan standar deviasi untuk proyeksi jumlah penduduk Kota Malang dengan metode aritmatik:

1. Data jumlah penduduk tahun 2012 – 2016 (X)
2. Rata – rata jumlah penduduk tahun 2012 – 2016 (\bar{X}) = 866,671
3. Proyeksi penduduk tahun 2012 – 2016 dengan metode aritmatik (X_i)
4. Proyeksi penduduk (X_i) – rata-rata jumlah penduduk (\bar{X})

$$\begin{aligned}\text{Tahun 2016} &= X_i - \bar{X} \\ &= 894,405 - 866,671 \\ &= 27,734\end{aligned}$$

5. (Proyeksi penduduk (X_i) – rata-rata jumlah penduduk (\bar{X}))²

$$\begin{aligned}\text{Tahun 2016} &= (X_i - \bar{X})^2 \\ &= (27,734)^2 \\ &= 769,181\end{aligned}$$

6. Total $(X_i - \bar{X})^2$ = 1559,875

Hasil dari perhitungan tersebut, selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.115.

Tabel 4.116 Perhitungan Standar Deviasi untuk Proyeksi Jumlah Penduduk Kota Malang dengan Metode Aritmatik

Tahun	Jumlah Penduduk (\bar{X})	Jumlah Penduduk Metode Aritmatik (x)	Rata - rata Penduduk	$x - \bar{X}$	$(x - \bar{X})^2$
2012	845.252	845.252	866.671	-21.42	458.77
2013	846.702	857.539	866.671	-9.13	83.40
2014	865.306	869.828	866.671	3.16	9.96
2015	880.708	882.116	866.671	15.45	238.56
2016	895.387	894.405	866.671	27.73	769.18
Jumlah	4333.355	4349.140			1559.875

Sumber: Hasil Perhitungan, (2017)

Dari hasil Tabel 4.116 dan persamaan dibawah, sehingga didapatkan standar deviasi sebagai berikut:

7. Standar deviasi

$$\begin{aligned}
 S &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{1559,875}{5-1}} \\
 &= 19,748
 \end{aligned}$$

Untuk rakapitulasi hasil perthitungan standar deviasi tiap – tiap metode proyeksi dapat dilihat pada Tabel 4.117.

Tabel 4.117 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Standar Deviasi

Malang	Metode Aritmatik	Metode Geometrik	Metode Ekponensial
	19.75	20.24	20.43

Sumber: Hasil Perhitungan, (2017)

Dari Tabel 4.117 dapat dilihat bahwa perhitungan dengan menggunakan metode aritmatik diperoleh nilai standar deviasi terkecil dibandingkan metode lainnya.

f. Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi merupakan suatu angka yang dapat dijadikan petunjuk untuk mengetahui seberapa besar kekuatan korelasi di antara variabel yang sedang diselidiki korelasinya. Besar angka koefisien korelasi berkisar antara nol sampai plus minus satu. Contoh perhitungan koefisien korelasi untuk proyeksi jumlah penduduk Kelurahan Cemorokandang Kecamatan Kedungkandang dengan metode aritmatik:

1. Data asli X_i tahun 2012 = 845,252, $\sum(X_i)$ tahun 2012 – 2016 = 4333,36
2. X_i^2 tahun 2012 = $845,252^2 = 714451$, $\sum(X_i)^2$ tahun 20102– 2016 = 3757474,155
3. Hasil Proyeksi Y_i tahun 2013 = 857,539, $\sum(Y_i)$ tahun 2012 – 2016 = 4349,140
4. Y_i^2 tahun 2013 = $857,539 = 735372,758$, $\sum(Y_i)^2$ tahun 2012 – 2016 = 3784513,435
5. $X_i \times Y_i$ tahun 2012 = $845,252 \times 845,252 = 714450,944$
 $\sum(X_i \times Y_i)$ tahun 2012 – 2016 = 3770923,381

Hasil dari perhitungan tersebut, selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.118

Tabel 4.118 Perhitungan Uji Korelasi untuk Proyeksi Jumlah Penduduk Kota Malang dengan Metode Aritmatik

Tahun	Jumlah Penduduk		Xi . Yi	Xi ²	Yi ²
	Data Xi	Data Yi			
2012	845.252	845.252	714450.944	714450.944	714450.944
2013	846.702	857.539	726079.800	716904.277	735372.758
2014	865.306	869.828	752667.006	748754.474	756599.983
2015	880.708	882.116	776886.916	775646.581	778129.235
2016	895.387	894.405	800838.716	801717.880	799960.515
Jumlah	4333.355	4349.140	3770923.381	3757474.155	3784513.435

Sumber: Hasil Perhitungan, (2017)

Dari hasil Tabel 4.118 dan persamaan dibawah, sehingga didapatkan koefisien korelasi sebagai berikut:

6. Koefisien korelasi

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \cdot \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{\left(n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2 \right) \left(n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2 \right)}} \\
 &= \frac{(5 * 3770923,381) - (4333,355 * 4349,140)}{\sqrt{((5 * 3770923,381) - (4333,355)^2) * ((5 * 3770923,381) - (4349,140)^2)}} \\
 &= 0,979
 \end{aligned}$$

Untuk rakapitulasi hasil perthitungan koefisien korelasi tiap – tiap metode proyeksi dapat dilihat pada Tabel 4.119.

Tabel 4.119 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi

Metode Aritmatik	Metode Geometrik	Metode Ekponensial
0.979	0.98	0.98

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 4.119 diketahui bahwa koefisien korelasi terbesar yaitu menggunakan metode geometrik dan ekponensial, sedangkan metode aritmatik memiliki koefisien korelasi lebih kecil dibanding metode lainnya namun perbedaannya tidak terlalu signifikan. Penentuan metode yang digunakan dalam perhitungan proyeksi penduduk dengan menggunakan koefisien korelasi dan standar deviasi. Dari hasil perhitungan standar deviasi dan koefisien korelasi, metode yang dipilih untuk proyeksi penduduk yaitu metode aritmatik.

Metode aritmatik digunakan karena metode ini memiliki nilai standar deviasi terkecil dan koefisien korelasi hampir mendekati 1, walaupun lebih kecil dibanding metode lainnya namun perbedaannya tidak terlalu signifikan. Untuk selanjutnya, proyeksi jumlah penduduk di Kota Malang hingga tahun 2022 dapat dilihat pada Tabel 4.120.

Tabel 4.120 Proyeksi Jumlah Penduduk dengan Metode Aritmatik (Tahun 2017-2022)

Tahun	Proyeksi Penduduk
2017	908.408
2018	921.425
2019	934.443
2020	947.461
2021	960.479
2022	973.496

Sumber: Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.121. Perkiraan Jumlah Penduduk per segmen

Pemukiman	Tahun 2017	Tahun 2022
Segmen 1	570	620
Segmen 2	813	884
Segmen 3	2966	3225
Segmen 4	1202	1307
Segmen 5	1546	1681
Segmen 6	2131	2317

Sumber: Hasil Perhitungan, (2017)

Contoh Perhitungan:

$$P_0 = 570 \text{ rumah (tahun 2017)}$$

$$n = 1 \text{ (proyeksi tahun ke-n)}$$

$$r = 1.45\% \text{ (rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk)}$$

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2013 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_n &= P_0 (1 + rn) \\ &= 570 (1 + (1,45\% \cdot 6)) \\ &= 620 \end{aligned}$$

Contoh Perhitungan Debit Pencemar *Diffuse Source* Segmen 1

a. Rumah Penduduk

Jumlah rumah penduduk = 620

Asumsi setiap rumah terdiri dari 5 orang/rumah (Sagara, 2013)

Kebutuhan air Kota Malang = 120 L/hari/orang

Maka, debit air bersih dari rumah penduduk pada segmen 1

$$= 620 \text{ rumah} \times 120 \text{ L/hari/orang} \times 5 \text{ orang/rumah}$$

$$= 371833.27 \text{ L/hari}$$

$$= 0,00430 \text{ m}^3/\text{s}$$

Menurut Sagara (2013), diasumsikan 75% dari air bersih akan menjadi air limbah.

Maka, debit air limbah dari rumah penduduk pada segmen 1

$$= 0,00430 \text{ m}^3/\text{s} \times 75\%$$

$$= 0,00323 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabel 4.122 Perhitungan Debit Limbah Domestik Rumah Penduduk

Pemukiman	Tahun 2022	Debit (m^3/s)
Segmen 1	620	0.00323
Segmen 2	884	0.00460
Segmen 3	3225	0.01680
Segmen 4	1307	0.00681
Segmen 5	1681	0.00875
Segmen 6	2317	0.01207

Sumber: Hasil Perhitungan, (2017)

b. Point Sources

Pada lokasi studi ini terdapat 2 sumber pencemar yang berada pada segmen 3 dan segmen 5. Berikut adalah data sumber pencemar yang dapat dilihat pada Tabel 4.119

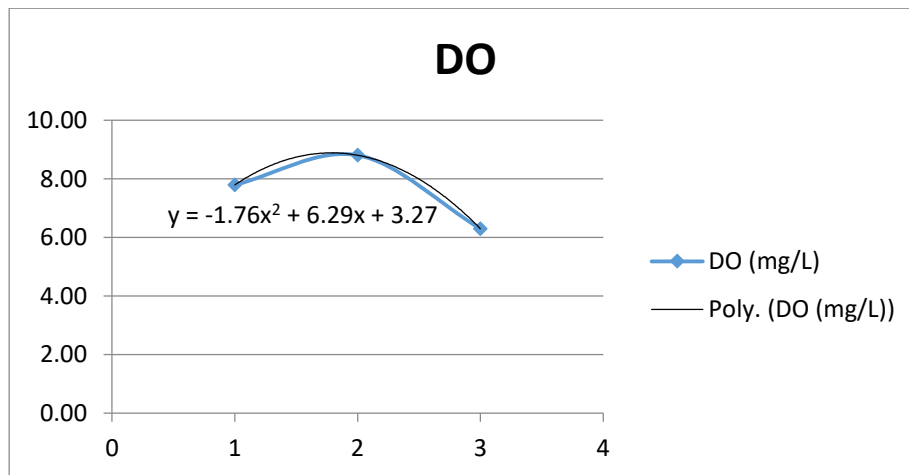
Tabel 4.123 Data Point Sources

Nama Kegiatan Usaha	Segmen	Inflow	Suhu	pH	TSS	DO	BOD	COD	NO ₃
Everyday Smart Hotel	3	0.095	23.8	8	43.12	7.6	17.49	63.73	-
RS Panti Nirmala	5	0.082	24.7	7.8	36.61	7.3	15.28	78.5	-

Sumber : Dinas Lingkungan Hidup Kota Malang

Pada simulasi ketiga ini setelah menemukan hasil debit air limbah domestik 6 tahun yang akan datang, maka langkah selanjutnya adalah memprediksi kualitas air limbahnya. Kualitas Sungai Brantas diprediksi dengan menggunakan tren model kualitas air Sungai Brantas yang dimulai dari hulu menuju ke hilir dengan parameter pH, TSS, BOD, COD, DO, dan Nitrat

Berikut adalah contoh grafik tren model kualitas air pada tiap titik Pendem dan perhitungan prediksi kualitas pada Sungai Brantas.



Gambar 4.65 Tren Model Kualitas Air Parameter DO

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Berdasarkan grafik tren kualitas pada gambar diatas, maka nilai parameter dapat dihitung dengan menggunakan persamaan garis yang ada pada grafik. Tahun yang digunakan untuk tren kualitas diatas adalah 2014-2016 dengan ketentuan tahun pertama (2014), dan tahun kedua (2015), sedangkan tahun ketiga (2016). Rumus persamaan garis untuk DO adalah :

$$y = -1.76 x^2 + 6.29 x + 3.27$$

Contoh perhitungan adalah sebagai berikut.

$$y = -1.76 x^2 + 6.29 x + 3.27$$

y = prediksi kualitas

x = tahun yang diibaratkan (6 tahun)

maka, prediksi kualitas untuk parameter DO sebagai berikut.

$$y = -1.76 x^2 + 6.29 x + 3.27$$

$$y = -1.76 (6)^2 + 6.29 (6) + 3.27$$

$$y = -22.35 \text{ mg/l}$$

Selanjutnya persen perhitungan kenaikan kualitas DO dari tahun 2016 ke prediksi tahun 2022 dapat ditentukan menggunakan perhitungan dibawah ini.

Kandungan DO Sungai Brantas tahun 2016 = 6,3 mg/l

$$\begin{aligned} & \frac{\text{Kualitas prediksi DO S. Brantas} - \text{Kualitas DO S.Brantas 2016}}{\text{Kualitas DO S. Brantas 2016}} \times 100\% \\ &= \frac{(-22.35) - 6,3}{6,3} \times 100 \% = -4.548 \% \end{aligned}$$

Dari persen kenaikan tersebut dapat dihitung kualitas prediksi Sungai Brantas untuk parameter DO pada tahun 2022 dengan perhitungan berikut.

Kandungan DO Sungai Brantas tahun (2016) = 6,3 mg/l

$$\begin{aligned}\text{Maka kualitas prediksi DO} &= \frac{6,3 + (6,3 \times (-4.548))}{100} \\ &= 6,01 \text{ mg/l}\end{aligned}$$

Untuk perhitungan prediksi kualitas pada parameter lainnya seperti TSS, BOD, COD, pH menggunakan metode yang sama dengan prediksi DO pada contoh perhitungan diatas. Hasil perhitungan kualitas prediksi dapat dilihat pada Tabel 4.120. Setelah didapatkan kualitas air Sungai Brantas sesuai prediksi pada tahun 2022, maka dilakukan input nilai kualitas pada *worksheet headwater*. Selanjutnya setelah data kualitas diinput maka dilakukan running sehingga didapatkan model untuk simulasi 3.

Tabel. 4.124 Rumus Prediksi Kualitas Sungai Brantas Tahun 2022

Parameter	Satuan	Rumus	Kualitas Sungai 2016	Prediksi Kualitas Berdasarkan Rumus	Kenaikan Kualitas	Prediksi Tahun 2022
suhu (°C)	°C	$y = 0,45x^2 - 1.85x + 26,5$	25.00	31.6	0.264	25.07
pH		$y = -0,985x^2 + 3.635x + 4,76$	6.80	-8.89	-2.307	6.64
DO (mg/L)	mg/L	$y = -1.76x^2 + 6.29x + 3.27$	6.30	-22.35	-4.548	6.01
BOD (mg/L)	mg/L	$y = -2x + 9.45$	3.45	-2.55	-1.739	3.39
COD (mg/L)	mg/L	$y = -12.76x + 50.73$	12.45	-25.83	-3.075	12.07
TSS (mg/L)	mg/L	$y = 53.49x - 63.07$	97.40	257.87	1.648	99.00
NO3 (mg/l)	mg/L	$y = 0.29x + 3.22$	4.09	4.96	0.213	4.10

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.125 Prediksi Kualitas Sungai Brantas Tahun 2022

Parameter	Satuan	Pendem	UMM	Suhat	Ps. Burung	Kutho Bedah	Kol. Sugiono	Bumi Ayu
suhu (°C)	°C	25.07	24.33	24.14	23.62	24.12	23.92	23.81
pH	-	6.64	7.75	8.31	7.73	8.25	8.05	8.37
DO (mg/L)	mg/L	6.01	7.76	6.55	6.94	7.67	7.18	6.75
BOD (mg/L)	mg/L	3.39	3.06	3.12	3.17	2.88	2.64	2.62
COD (mg/L)	mg/L	12.07	8.96	8.61	10.46	10.05	9.93	8.08
TSS (mg/L)	mg/L	99.00	78.05	48.68	42.77	35.01	25.37	25.28
NO3 (mg/l)	mg/L	4.10	3.19	2.90	2.81	2.75	2.63	2.52

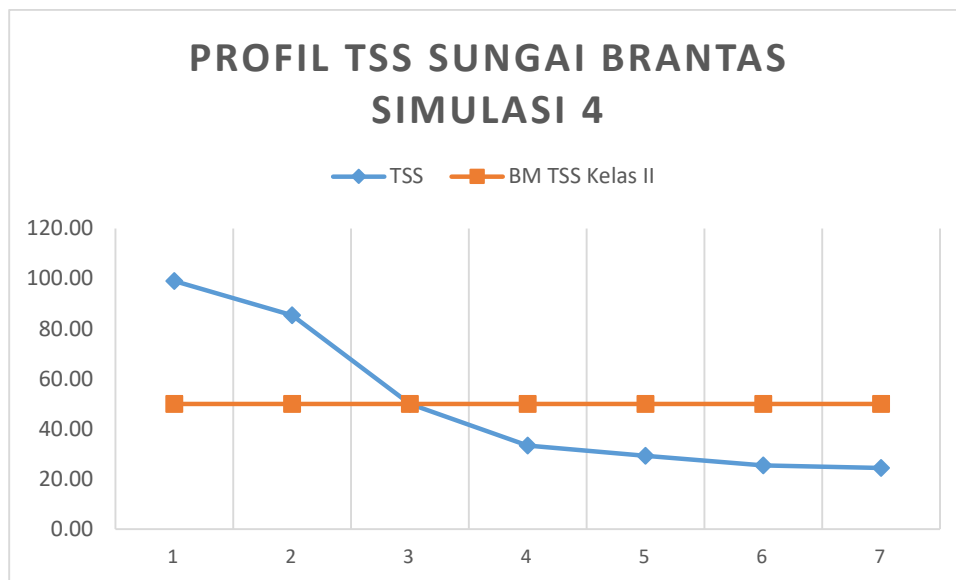
Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Pada Tabel 4.125. adalah prediksi kualitas air pada 6 tahun yang akan datang, di mulai dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2022, dimana tiap tahunnya akan ada pertambahan penduduk yang menyebabkan semakin tercemarnya Sungai Brantas. Berikut adalah hasil simulasi 4 pada Tabel 4.126. sampai Tabel 4.131. perbandingan hasil simulasi dengan baku mutu air kelas I.

Tabel 4.126 Perbandingan Hasil Simulasi 4 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter TSS

Reach	X	TSS	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	99.00	50
2	17.800	85.38	50
3	12.810	49.98	50
4	8.280	33.44	50
5	5.900	29.34	50
6	3.520	25.45	50
Hilir	0.000	24.33	50

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



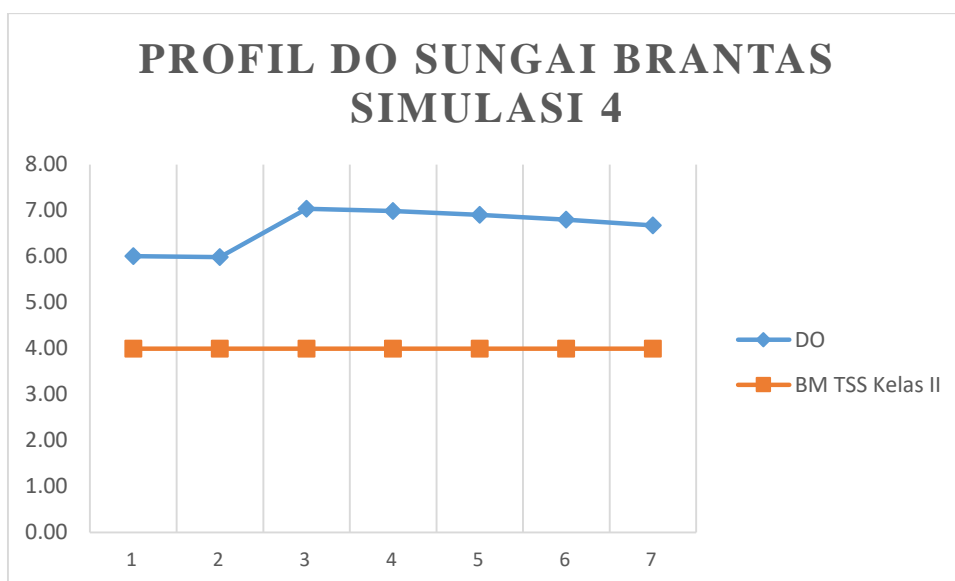
Gambar 4.66. Profil Parameter TSS Sungai Brantas Simulasi 4

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.127 Perbandingan Hasil Simulasi 4 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter DO

Reach	X	DO	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	6.01	4
2	17.800	5.99	4
3	12.810	7.03	4
4	8.280	6.98	4
5	5.900	6.89	4
6	3.520	6.78	4
Hilir	0.000	6.66	4

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



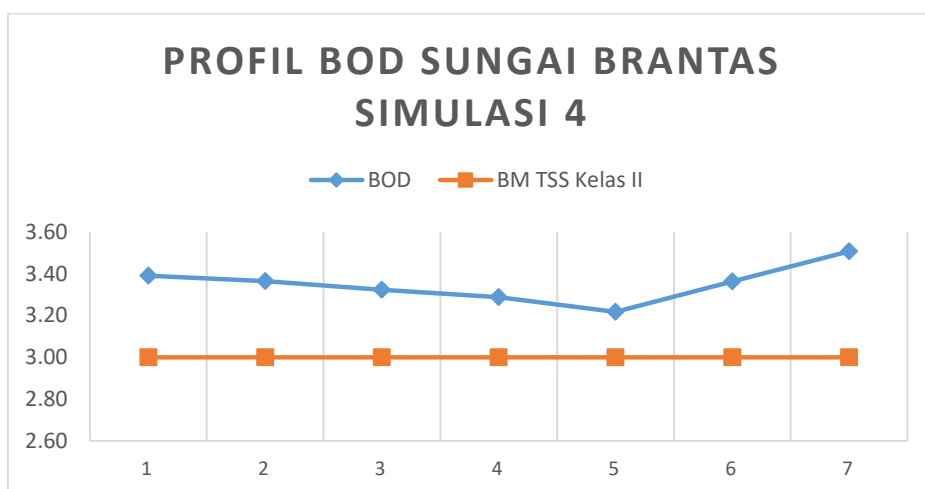
Gambar 4.67. Profil Parameter DO Sungai Brantas Simulasi 4

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.128 Perbandingan Hasil Simulasi 4 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter BOD

Reach	X	BOD	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	3.39	3
2	17.800	3.36	3
3	12.810	3.55	3
4	8.280	3.51	3
5	5.900	3.44	3
6	3.520	3.58	3
Hilir	0.000	3.48	3

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



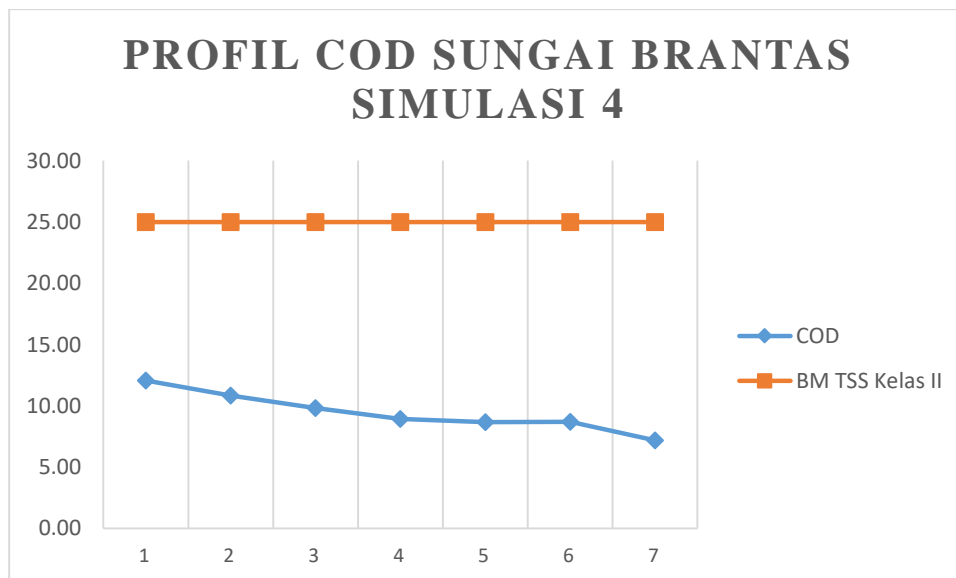
Gambar 4.68. Profil Parameter BOD Sungai Brantas Simulasi 4

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.129 Perbandingan Hasil Simulasi 4 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter COD

Reach	X	COD	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	12.07	25
2	17.800	10.85	25
3	12.810	10.12	25
4	8.280	9.21	25
5	5.900	8.94	25
6	3.520	9.15	25
Hilir	0.000	7.11	25

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



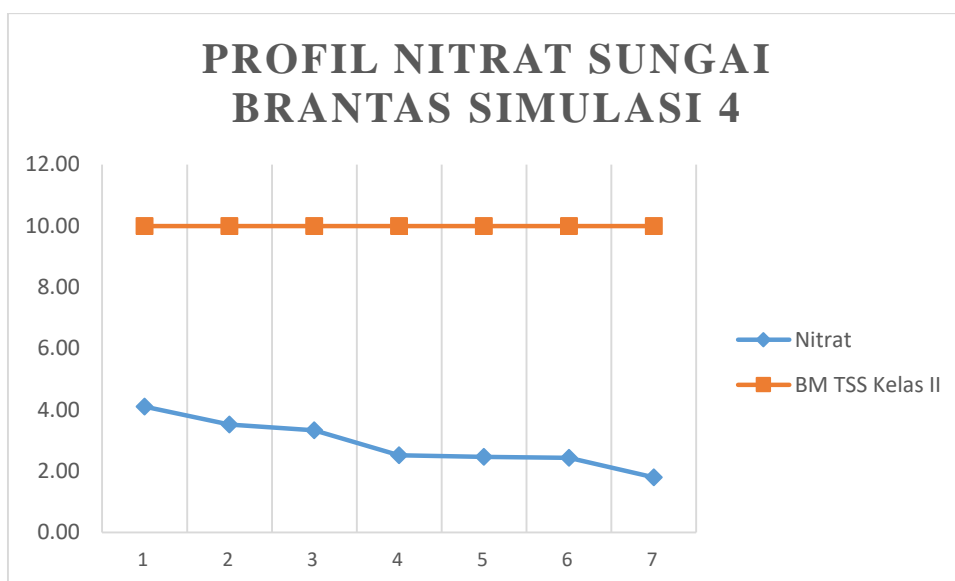
Gambar 4.69. Profil Parameter COD Sungai Brantas Simulasi 4

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.130 Perbandingan Hasil Simulasi 4 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter Nitrat

Reach	X	Nitrat	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	4.10	10
2	17.800	3.52	10
3	12.810	3.31	10
4	8.280	2.49	10
5	5.900	2.44	10
6	3.520	2.41	10
Hilir	0.000	1.79	10

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



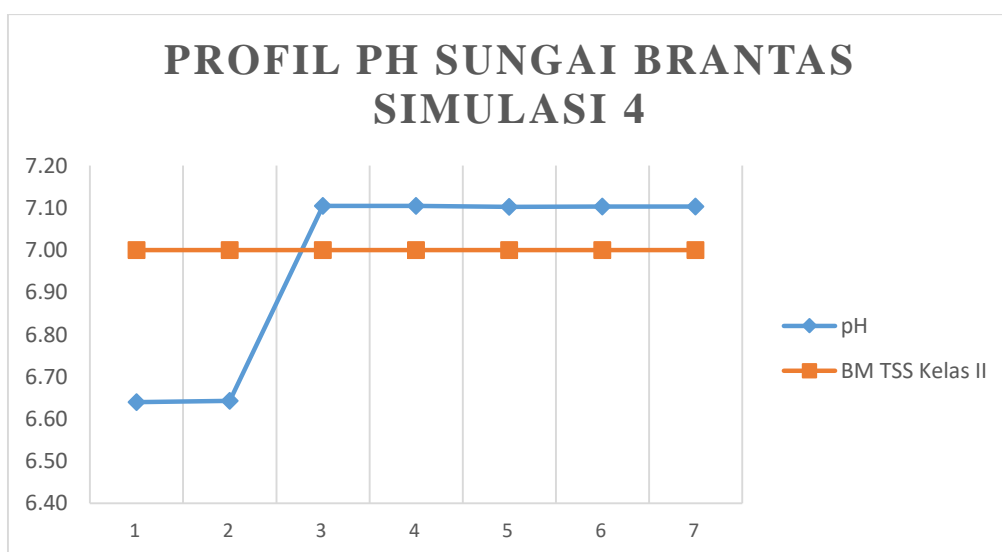
Gambar 4.70. Profil Parameter Nitrat Sungai Brantas Simulasi 4

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.131 Perbandingan Hasil Simulasi 4 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter pH

Reach	X	pH	BM TSS Kelas II
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	6.64	7.00
2	17.800	6.64	7.00
3	12.810	7.11	7.00
4	8.280	7.11	7.00
5	5.900	7.11	7.00
6	3.520	7.10	7.00
Hilir	0.000	7.10	7.00

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)



Gambar 4.71. Profil Parameter pH Sungai Brantas Simulasi 4

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.132 Rekapitulasi Perbandingan WQ Output dan Baku Mutu Air Kelas II

Distance (km)	TSS (mg/l)	BMA (mg/l)	DO (mg/l)	BMA (mg/l)	BOD (mg/l)	BMA (mg/l)	COD (mg/l)	BMA (mg/l)	Nitrat (mg/l)	BMA (mg/l)	pH	BMA (mg/l)
21.570	99.00		6.01		3.39		12.07		4.10		6.64	
17.800	85.38		5.99		3.36		10.85		3.52		6.64	
12.810	49.98		7.03		3.55		10.12		3.31		7.11	
8.280	33.44	50	6.98	4	3.51	3	9.21	25	2.49	10	7.11	(6-9)
5.900	29.34		6.89		3.44		8.94		2.44		7.11	
3.520	25.45		6.78		3.58		9.15		2.41		7.10	
0.000	24.33		6.66		3.48		7.11		1.79		7.10	

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Pada Tabel 4.132. terdapat nilai rekapitulasi antara WQ output dan baku mutu air kelas II, dimana nilai TSS pada segmen 1, dan BOD pada semua segmen berada diatas baku mutu air kelas II menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 pada prediksi 6 tahun yang akan datang. Hal ini juga berpengaruh karena banyaknya pertambahan penduduk maka banyaknya sumber pencemar juga semakin bertambah.

4.6 Perhitungan Beban Pencemaran dan Daya Tampung Beban Pencemaran

Dari data hasil simulasi kualitas air, maka data tersebut digunakan untuk menghitung daya tampung beban pencemaran pada Sungai Brantas. perhitungan daya tampung beban pencemaran menggunakan data yang dihasilkan pada *worksheet source summary* yang merupakan hasil perhitungan beban pencemaran debit dan kualitas air tiap segmen.

Perhitungan daya tampung beban pencemaran menggunakan simulasi 1 dan 2, berdasarkan dari 2 simulasi tersebut maka akan didapatkan perhitungan daya tampung beban pencemaran dengan selisih dari hasil simulasi 2 (beban pencemaran penuh) dan simulasi 1 (beban pencemar kosong). Berikut adalah rumus menghitung daya tampung beban pencemar

$$\text{Daya Tampung} = \text{Beban Pencemaran Penuh} - \text{Beban Kondisi Awal}$$

$$\text{Beban Pencemaran (Kg/hari)} = \text{Konsentrasi (mg/l)} \times \text{Debit Sungai (m}^3/\text{s)} \times 86,4$$

Perhitungan beban pencemaran dilakukan dengan mengalikan besar konsentrasi BOD yang masuk ke sungai (mg/l) dengan besarnya debit aliran sungai (m³/detik) menurut Razif dalam Maulidya (2009). Namun dalam penelitian ini tidak hanya beban pencemaran BOD saja yang dihitung, namun besar beban pencemaran parameter lain juga akan dicari nilainya. Berikut adalah hasil dari perhitungan beban pencemaran pada Tabel 4.130

Tabel 4.133 Hasil *Source Summary* Simulasi 1 (Beban Minimum)

Reach	Downstream	Up Dist	Down Dist	Inflow	Temp	ISS	Oxygen	CBODf	Generic constituent	pH
Label	Label	x(km)	x(km)	cms	C	mgD/L	mgO2/L	mgO2/L	user defined	
Pendem	UMM	21.57	17.80	0.003	25.00	15.00	6.00	15.00	50.00	7.00
UMM	Soehat	17.80	12.81	0.020	25.00	15.00	6.00	15.00	50.00	7.00
Soehat	Pasar Burung	12.81	8.28	0.006	25.00	15.00	6.00	15.00	50.00	7.00
Pasar Burung	Kutho Bedah	8.28	5.90	0.003	25.00	15.00	6.00	15.00	50.00	7.00
Kutho Bedah	Kolonel sugiono	5.90	3.52	0.005	25.00	15.00	6.00	15.00	50.00	7.00
Kolonel sugiono	Bumiayu	3.52	0.00	0.011	25.00	15.00	6.00	15.00	50.00	7.00

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.134 Hasil *Source Summary* Simulasi 2 (Beban Penuh)

Reach	Downstream	Up Dist	Down Dist	Inflow	Temp	ISS	Oxygen	CBODf	Generic constituent	pH
Label	Label	x(km)	x(km)	cms	C	mgD/L	mgO2/L	mgO2/L	user defined	
Pendem	UMM	21.57	17.80	0.003	25.00	30.00	6.00	25.00	100.00	7.00
UMM	Soehat	17.80	12.81	0.170	23.94	41.60	6.71	10.41	67.94	7.47
Soehat	Pasar Burung	12.81	8.28	0.006	25.00	30.00	6.00	25.00	100.00	7.00
Pasar Burung	Kutho Bedah	8.28	5.90	0.003	25.00	30.00	6.00	25.00	100.00	7.00
Kutho Bedah	Kolonel sugiono	5.90	3.52	0.097	24.72	36.25	7.23	15.82	79.69	7.28
Kolonel sugiono	Bumiayu	3.52	0.00	0.011	25.00	30.00	6.00	25.00	100.00	7.00

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.135 Perhitungan Beban Pencemaran Simulasi 1

Reach	Downstream	Up Dist	Down Dist	TSS	BOD	COD
Label	Label	x(km)	x(km)	Kg/hari	Kg/hari	Kg/hari
Pendem	UMM	21.57	17.80	3.849	3.849	12.830
UMM	Soehat	17.80	12.81	25.505	25.505	85.018
Soehat	Pasar Burung	12.81	8.28	8.113	8.113	27.043
Pasar Burung	Kutho Bedah	8.28	5.90	3.478	3.478	11.592
Kutho Bedah	Kolonel sugiono	5.90	3.52	6.955	6.955	23.184
Kolonel sugiono	Bumiayu	3.52	0.00	14.386	14.386	47.952

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Tabel 4.136 Perhitungan Beban Pencemaran Simulasi 2

Reach Label	Downstream Label	Up Dist x(km)	Down Dist x(km)	TSS Kg/hari	BOD Kg/hari	COD Kg/hari
Pendem	UMM	21.57	17.80	7.698	6.415	25.661
UMM	Soehat	17.80	12.81	609.846	152.669	995.976
Soehat	Pasar Burung	12.81	8.28	16.226	13.522	54.086
Pasar Burung	Kutho Bedah	8.28	5.90	6.955	5.796	23.184
Kutho Bedah	Kolonel sugiono	5.90	3.52	304.916	133.050	670.349
Kolonel sugiono	Bumiayu	3.52	0.00	28.771	23.976	95.904

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Pada Tabel 4.133. dan Tabel 4.134. terdapat perhitungan beban pencemaran (*source summary*) yang merupakan hasil perhitungan beban pencemaran debit dan kualitas air tiap segmen dimana hasil dari running *non-point source* beban minimum dan beban penuh. Sedangkan pada Tabel 4.135. dan Tabel 4.136. terdapat perhitungan beban pencemaran dimana nilai dari tiap parameter dikali inflow dikali 86,4 sehingga menghasilkan satuan (Kg/day).

Contoh Perhitungan :

Source Summary : $TSS \times inflow \times 86,4 = 15 \times 0,03 \times 86,4 = 3.849 \text{ kg/hari}$

* Nilai Konversi (ke Kg/hari) = 86,4

Perhitungan daya tampung beban pencemaran terdapat pada Tabel 4.134. dimana menggunakan simulasi 1 dan 2 berdasarkan dari hasil simulasi tersebut didapatkan perhitungan daya tampung beban pencemaran dengan selisih dari hasil simulasi 2 (beban pencemaran penuh) dan simulasi 1 (beban pencemar minimum).

Tabel 4.137 Daya Tampung Beban Pencemaran Simulasi 2 – Simulasi 1

Reach Label	Downstream Label	Up Dist x(km)	Down Dist x(km)	TSS kg/hari	BOD kg/hari	COD kg/hari
Pendem	UMM	21.57	17.80	3.849	2.566	12.830
UMM	Soehat	17.80	12.81	584.340	127.164	910.958
Soehat	Pasar Burung	12.81	8.28	8.113	5.409	27.043
Pasar Burung	Kutho Bedah	8.28	5.90	3.478	2.318	11.592
Kutho Bedah	Kolonel sugiono	5.90	3.52	297.961	126.094	647.165
Kolonel sugiono	Bumiayu	3.52	0.00	14.386	9.590	47.952

Sumber : Hasil Perhitungan, (2017)

Contoh Perhitungan : $TSS \text{ pada Simulasi 2} - TSS \text{ pada Simulasi 1} = 7.698 - 3.849$
 $= 3.849 \text{ kg/hari}$

Dari keempat tabel diatas nilai beban pencemaran yang paling besar terdapat pada *reach* kedua untuk semua parameter yaitu 609,846 kg/hari untuk TSS, 152,669 kg/hari untuk BOD, dan 995.976 kg/hari untuk COD. Hal ini dapat disebabkan karena jarak pada *reach* kedua yang paling panjang sehingga penggunaan lahan untuk pertanian dan pemukiman lebih banyak dari *reach* pertama dan ketiga. Nilai daya tampung yang paling tinggi untuk semua paramaeter terletak pada *reach* kedua yaitu 584,340 kg/hari untuk TSS, 127,164 kg/hari untuk BOD, dan 910,958 kg/hari untuk COD.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)